RATAHALLINTOKESKUS

RHK • Tekninen yksikkö

Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 1/1999

RATARAKENTEEN INSTRUMENTOINNIN KIRJALLISUUSTUTKIMUS, 250 kN:n JA 300 kN:n AKSELIPAINOT

o Matti Levomäki

Helsinki 1999

RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN

Ratahallintokeskuksen
julkaisuja A 1/1999

RATARAKENTEEN INSTRUMENTOINNIN KIRJALLISUUSTUTKIMUS, 250 kN:n JA 300 kN:n AKSELIPAINOT

o Matti Levomäki

Helsinki 1999

RHK
RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111
FAX. (09) 5840 5100
SÄHKÖPOSTI: info@rhk.fi

ISBN 952-445-014-3
ISSN 1455-2604

Levomäki, Matti: Ratarakenteen instrumentoinnin kirjallisuustutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot. Ratahallintokeskus, Tekninen yksikkö. Helsinki 1999. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 1/1999. 67 s. ISBN 952-445-014-3, ISSN 1455-2604.

Avainsanat: ratarakenne, instrumentointi, akselipaino

TIIVISTELMÄ

Tämä ratarakenteen instrumentointia käsittelevä kirjallisuustutkimus on osa Ratahallintokeskuksen (RHK) 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen käyttöönottoon tähtäävää tutkimusta. Kirjallisuustutkimus on kokonaisuutena lähinnä lähdeteos ratarakenteen instrumentointia suunniteltaessa, koska siinä on luetteloitu laajalti erilaista asiaan liittyvää aineistoa. Kattavia loppupäätelmiä tai suosituksia tähän tutkimukseen ei tehty lähinnä tutkimukseen käytetyn ajan rajallisuuden vuoksi.

Luetteloon on koottu instrumentointiin liittyviä tutkimusraportteja, muistioita ja muita teoksia, joista on hyötyä myöhemmin sekä instrumentointisuunnitelmaa että varsinaisia mittauksia tehtäessä. Luettelossa on mukana myös rautatiealan perusteoksia ja muuta asiaan liittyvää materiaalia. Kaikista luettelossa mainituista teoksista on esitetty vähintään perustiedot kuten tekijät, kustantaja, valmistumisvuosi ja sivumäärä. Useimpien teosten yhteydessä on myös mainittu teoksen etsimistä helpottavia tietoja.

Tässä tutkimuksessa on referoitu lyhyesti muutamia luettelossa mainittuja raportteja. Eniten huomiota on annettu teoksen "Track Geotechnology and Substructure Management" instrumentointia käsittelevälle osuudelle. Instrumentointisuunnitelman edistymisestä ja varsinaisesta instrumentoinnista on saatavissa lisätietoa myöhemmin ilmestyvistä instrumentointia käsittelevistä tutkimusraporteista.

Tutkimusraportin liitteenä on kirjallisuusluettelo, johon on koottu mm. kaikki RHK:n tiloissa oleva akselipainon nostoon liittyvä materiaali ja monia muita asiaan liittyviä teoksia. Kokonaisuudessaan kirjallisuusluettelossa on yli tuhat nimikettä.

Levomäki, Matti: Literature study of the instrumentation of rail structure, 250 kN and 300 kN axle loads. Finnish Rail Administration, Technical Unit. Helsinki 1999. Publications of Finnish Rail Administration A 1/1999. 67 pages. ISBN 952-445-014-3, ISSN 1455-2604.

Key words: rail structure, instrumentation, axle load

SUMMARY

This literature study concerning the instrumentation of rail structure is part of Finnish Rail Administration's (RHK) investigation with the aim of taking 250 kN and 300 kN axle loads into use. This literature study as a whole serves mainly as a source book when planning the instrumentation of rail structure, as it includes a comprehensive list of different kinds of material related to the subject. Extensive resolutions or recommendations have not been made mainly because of the time limit to be used for the study.

The list includes research reports, memos and other publications related to instrumentation, which are useful later when preparing an instrumentation plan and making actual measurements. The list also includes basic railway publications and other related material. At least the basic information such as the authors, the publisher, the year of completion and the number of pages have been given on all publications mentioned in the list. Most publications also include information which will help to find the publication.

A few reports mentioned in the list have been given a summary of. Most attention has been paid to the instrumentation part of "Track Geotechnology and Substructure Management". Further information on the progress of instrumentation plan and the actual instrumentation are given in the research reports on instrumentation which will be published later.

There is a bibliography as an appendix to the research report. The bibliography contains all material and many other publications in RHK's premises related to the raise of axle loads. There are over thousand titles in the bibliography.

ESIPUHE

Tämä kirjallisuustutkimus on osa Ratahallintokeskuksen 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen käyttöönottoon liittyvää tutkimusta. Tutkimus on tehty syksyllä 1998 pääosin Ratahallintokeskuksessa. Raporttiin on koottu instrumentointiin liittyviä tutkimusraportteja ja muita teoksia, joista on hyötyä instrumentointisuunnitelmaa tehtäessä. Lisäksi raportin lopussa on lista alan asiantuntijoista.

Raportin liitteenä on kirjallisuusluettelo, joka tehtiin tutkimuksen ohella. Tämä luettelo on varsin laaja sisältäen kaiken kaikkiaan 15 rautatietekniikan aihealuetta. Luetteloitavia teoksia on saatu sekä RHK:n että Oy VR-Rata Ab:n arkistoista, Tampereen teknillisestä korkeakoulusta (TKKK) ja Teknillisestä korkeakoulusta (TKK) sekä internetin kautta. Luettelossa on mukana yhteensä yli tuhat teosta. Joitakin teoksia on referoitu kirjallisuustutkimuksessa.

Tutkimuksen on tehnyt DI Matti Levomäki Teknillisen korkeakoulun tielaboratoriosta. Työtä on ohjannut johtoryhmä, jonka jäseninä ovat olleet Markku Nummelin, Pasi Leimi ja Kari Ojanperä Ratahallintokeskuksen teknisestä yksiköstä sekä Olli-Pekka Hartikainen, Jarkko Valtonen ja Iikka Järvenpää TKK:sta sekä Raimo Uusinoka ja Pauli Kolisoja TTKK:sta sekä Seppo Kähkönen ANSERI-Konsultit Oy:stä.

Helsingissä, kesäkuussa 1999

Ratahallintokeskus
Tekninen yksikkö

SISÄLLYSLUETTELO

LIITTEET

1 TUTKIMUKSIA

1.1 VR JA RHK

POIKITTAISVOIMAMITTAUKSET VAIHTEISSA JA KAARTEISSA

Poikittaisvoimamittaukset vaihteissa ja kaarteissa   Tutkimusselostus Valtionrautatiet
Rautatiehallitus   1985   s. 1-25
RHK   Markku Nummelin   Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset

Tarkoitus

Mittausten tarkoituksena oli selvittää liikkuvan kaluston vaihteiden kielenkärki- ja etujatkosalueella ja ratakaarteessa aiheuttamien poikittaisvoimien suuruudet, liikkuvan kaluston aiheuttama kielen ja tukikiskon välin kasvu sekä nopeuden noston vaikutus poikittaisvoimiin.

Menetelmät

Sivuttaisvoimat mitattiin kussakin mittauspaikassa yhdeltä pölkkyväliltä kummastakin kiskosta. Vaihteissa ko. pölkkyväli oli ensimmäinen väli kielien kärjestä etujatkoksen suuntaan. Kuhunkin kiskoon liimattiin kuusi venymäliuskaa.Vaihteenmittauspaikoissa mitattiin kielen kärjen sivuttaisliikettä tukikiskoon nähden kahdella siirtymäanturilla.

Huomioita

Voimajakson kestoaika riippuu nopeudesta, mutta voimahuipulla ei ole suoraa sidonnaisuutta nopeuteen. Nopeuden nosto ei kasvata rataan kohdistuvia maksimipoikittaisvoimia. Sen sijaan yksittäiset, mahdollisesti kuluneet tai vialliset, pyöräkerrat ja telit aiheuttavat suuria voimahuippuja pienilläkin nopeuksilla. Vaunujen akselipainolla ja pyörästön kunnolla on olennainen merkitys syntyviin poikittaisvoimiin. Yleensä suurimmat voimat esiintyvät vaihteissa.

VAIHTEIDEN KIINNITYSTEN SIIRTYMÄMITTAUKSET LABORATORIO-OLOSUHTEISSA

Vaihteiden kiinnitysten siirtymämittaukset laboratorio-olosuhteissa   Muistio Valtionrautatiet
Ratayksikkö   1987   s. 1-28
RHK   Markku Nummelin   Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset

Tarkoitus

Laboratoriokokeiden tarkoitus oli selvittää eri kiinnitystyyppien siirtymiä kuormituksen alaisena.

Menetelmät

Kiinnityksistä mitattiin seuraavat kohteet:

- kiskon hamaran siirtymä pölkkyyn sidottuun kiintopisteeseen nähden

- kiskon jalan siirtymä pölkkyyn sidottuun kiintopisteeseen nähden (kaksi mittauspistettä)
- kärkivahvistuslevyn siirtymä pölkkyyn sidottuun kiintopisteeseen nähden
- kiskon kiertymä
- kiskon jalan taipuma
- kärkivahvistuksen taipuma

Siirtymämittaukset tehtiin siirtymäantureilla.

POIKITTAISVOIMAMITTAUKSET VAIHTEIDEN POIKKEAVISSA RAITEISSA

Poikittaisvoimamittaukset vaihteiden poikkeavissa raiteissa
Nopeuden nosto lyhyiden vaihteiden poikkeavissa raiteissa
Markku Nummelin Ratahallintokeskus 1995 s. 1-63
RHK Markku Nummelin Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset

Tavoitteet

Tavoitteena oli selvittää kuinka paljon vaihteisiin kohdistuvat rasitukset kasvaisivat, jos suurimpia sallittuja nopeuksia vaihteiden poikkeavilla raiteilla kasvatettaisiin. Kohteena oli nopeuden nosto 35 -> 40km/h K43-, 54E1- ja 60E1-1:9 -vaihteiden poikkeavissa raiteissa. Tärkeimmät tarkastellut suureet olivat poikittaisvoimat.

Taustaa

Aiemmin mittaukset tehtiin vaihteisiin asennetuilla kiinteillä mittalaitteilla. On todennäköistä, että tällä mittausmenetelmällä ei ole saatu talletettua suurimpia todellisia voimia. Aiempien mittaustulosten mukaan tavarajunien aiheuttamat poikittaisvoimat vaihteiden kielisovituksissa kasvoivat selvästi nopeuden kasvaessa tai vaihteiden geometrian huonontuessa.

Toteutus

Mittaukset tehtiin syksyn 1994 aikana sekä henkilö- että tavaraliikennekalustoon aennetuilla mittapyöräkerroilla. Mitatut vaunut olivat:

Ein MD-telinen henkilövaunu

Kbp 22,5 tonnin akselipainoinen 2-akselinen tavaravaunu

Rmmn 24,5 tonnin akselipainoinen 4-akselinen tavaravaunu

Akselipainot oli saatu aikaan kuormaamalla vaunuihin väliaikaiset painot. Joitain mittauksia ei tehty 24,5 tonnin akselipainolla, koska jo 22,5 tonnin akselipainolla poikittaisvoimat nousivat liian suuriksi.

Päätelmät

Tavaravaunuista telillinen vaunu on mittaustulosten mukaan radalle edullisempi kuin 2-akselinen vaunu.

Suuret poikittaisvoimat huonontavat edelleen vaihteiden geometriaa. Vaihteiden geometrisen kunnon tulee olla nopean henkilöliikenteen vaatimassa tasossa.

LYHYIDEN YV54-165-1:7-V -VAIHTEIDEN POIKITTAISVOIMAMITTAUSAJOT RAAHESSA 19.8.1997

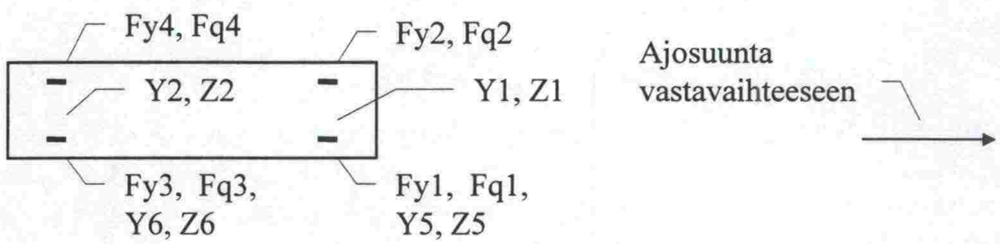
Lyhyiden YV54-165-1:7-V -vaihteiden poikittaisvoimamittausajot Raahessa 19.8.1997
Hanno Jussila Ratahallintokeskus 1997 s. 1-27
RHK Markku Nummelin Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset

Tavoitteet

Tavoitteena oli selvittää uudentyyppistä, normaalia lyhyttä vaihdetta jyrkemmin kaartuvaa vaihdetta rasittavan poikittaisvoiman suuruus 22,5 tonnin akselipainoisen vaunun kulkiessa sen ylitse eri nopeuksilla.

Menetelmät

Kuormittavana kalustona oli kaksiakselinen, 22,5 tonnin akselipainoon kuormattu Kbp-vaunu, jonka molemmat pyöräkerrat olivat mittapyöräkertoja.



Kbp-vaunu. Mitatut suureet ja mittauspisteiden sijainti.

FY1 Etummaisen akselin oikeanpuoleisen pyörän poikittaisvoima

FQ1 Etummaisen akselin oikeanpuoleisen pyörän pystyvoima

FY2 Etummaisen akselin vasemmanpuoleisen pyörän poikittaisvoima

FQ2 Etummaisen akselin vasemmanpuoleisen pyörän pystyvoima

FY3 Takimmaisen akselin oikeanpuoleisen pyörän poikittaisvoima

FQ3 Takimmaisen akselin oikeanpuoleisen pyörän pystyvoima

FY4 Takimmaisen akselin vasemmanpuoleisen pyörän poikittaisvoima

FQ4 Takimmaisen akselin vasemmanpuoleisen pyörän pystyvoima

Y1 Poikittaissuuntainen kiihtyvyys rungosta etummaisen akselin päältä

Z1 Pystysuuntainen kiihtyvyys rungosta etummaisen akselin päältä

Y2 Poikittaissuuntainen kiihtyvyys rungosta takimmaisen akselin päältä

Z2 Pystysuuntainen kiihtyvyys rungosta takimmaisen akselin päältä

Y5 Poikittaissuuntainen kiihtyvyys etummaisen akselin laakeripesästä

Z5 Pystysuuntainen kiihtyvyys etummaisen akselin laakeripesästä

Y6 Poikittaissuuntainen kiihtyvyys takimmaisen akselin laakeripesästä

Z6 Pystysuuntainen kiihtyvyys takimmaisen akselin laakeripesästä

LIIKKUVAAN KALUSTOON JA RAITEESEEN KOHDISTUVIEN VOIMIEN SELVITTÄMINEN

Liikkuvaan kalustoon ja raiteeseen kohdistuvien voimien selvittäminen Työryhmäselvitys

A. Kuisma, J. Tammisto, A. Kukkola, S. Kähkönen VR 1994 s. 1-22

VR / Mittausyksikkö Juha Tammisto

Yleistä

Raiteeseen ja liikkuvaan kalustoon kohdistuvien voimien selvittämiseksi VR:n tuotanto-osasto on luonut valmiudet mitata mitata ko. voimia kahdella mittauspyöräkerralla Minden-deutz-, SIG 85-, K14- ja K16-teleistä sekä VR:n kaksiakselisista tavaravaunuista.

Mittaustarpeet

Kisko- ja raidevoimatason tunteminen on tärkeää rataverkon kehittämisen ja stretegisen tavoiteasettelun kannalta määriteltäessä mm. henkilöliikennekaluston sallittua nopeustasoa muualla kuin 60E1-raiteella (uudella nopealla kalustolla, mahdollisesti hankittavalla uudella kiskobussikalustolla) ja tavaraliikennekaluston sallittua nopeustasoa / akselipainotasoa.

Kisko- ja raidevoimamittausten tuloksia voidaan hyödyntää radan kunnossapidossa ja sen seurannassa routavaurioiden poistamisessa ja torjunnassa, kiskojen kulumisen seurannassa ja hiontatarpeen määrittelyssä, matkustusmukavuuden kannalta merkittävien geometriavirheiden poistamisessa (esim. poikittaiset "pitkät" aallot) ja nopean liikenteen ratojen kunnon valvonnassa esim. kiihtyvyysmittauksilla.

Kisko- ja raidevoimatason tunteminen on tärkeää raiteen ja liikkuvan kaluston komponenttien mitoituksessa ja suunnitteluparametrien määrityksessä, raiteen kestoiän määrittelyssä, liikkuvan kaluston telin / rungon kestoiän määrittelyssä, liikkuvan kaluston kunnossapitotoimenpiteiden oikea-aikaisessa ajoittamisessa ja kohdentamisessa ja uuden liikkuvan kaluston suoritusarvojen (kiskoillapysymisvarmuus, raiteeseen kohdistuvat rasitukset, matkustusmukavuus) määrittelyssä.

Tulosten hyödyntämisen markkamääräisten vaikutusten määrittely on varsin vaikeaa. Kuitenkin kun tunnetaan todelliset raiteeseen, kiskoon ja liikkuvaan kalustoon kohdistuvat voimat, voidaan paremmin optimoida nykyisen rataverkon ja liikkuvan kaluston käyttöä ja siitä aiheutuvia kokonaiskustannuksia kuitenkaan turvallisuutta vaarantamatta:

suurin sallittu nopeus, suurin sallittu akselipaino, sekaliikenteessä nopean liikenteen suurin sallittu nopeus / tavaraliikenteen suurin sallittu akselipaino / suurin sallittu nopeus, alin hyväksyttävä matkustusmukavuus, alin hyväksyttävä radan ja liikkuvan kaluston kunnossapitotaso, alin hyväksyttävä radan ja liikkuvan kaluston kestoikä ja suurimmat sallitut ympäristövaikutukset

Tutkimussuunnitelma

Mittaukset toteutetaan seuraavasti:

1. Nykyiset tavaravaunut

   parametrit:

   akselipainon ja ajonopeuden vaikutus

   radan kunnossapitotason vaikutus

   kaluston kunnossapitotason vaikutus

   kesä- / talviolosuhteiden vaikutus

   Mittaukset toteutetaan sekä suomalaisilla että venäläisillä tyypillisillä tavaravaunuilla (4+2 vaunutyyppiä).

2. Nykyiset henkilövaunut, hankittavat sähköveturit ja nopeat sähkömoottorijunat

   parametrit:

   akselipainon ja ajonopeuden vaikutus

   radan kunnossapitotason vaikutus

   kaluston kunnossapitotason vaikutus

   ekvivalentin kartiokkuuden vaikutus

   kesä- / talviolosuhteiden vaikutus

   Mittaukset toteutetaan MD- ja SIG-teleillä varustetuilla suomalaisilla Eit- ja IC-vaunuilla aloittaen kuitenkin uusien sähköveturien ja Sm200-junien tyyppikokeilla.

Tuloksena ovat pyörä- ja raidevoimat, kiihtyvyydet, jännitykset (kalusto / raide) keskinäisine riippuvuuksineen ja johdettuine analysointiarvoineen eri parametreillä.

Measuring Wheelsets for Russian Freight Wagons, Technical Specifications

1. General Requirements

The measuring wheelsets will be used in the investigation tests of Russian freight wagons on VR's railway network. The running speed is 0 - 140 km/h and the axle load is up to 25 tons. The measuring wheelsets should operate also in low temperatures, down to -40°C.

In the wagon there should be at least two (2) measuring wheelsets mounted to the same bogie. The measuring wheelsets should operate with the signal conditioning and processing unit of VR.

The main principle of the measuring wheelset should be, that both forces (vertical and horizontal) are measured continuously from the wheel disc. The wheelset instrumentation should be made according SJ's measuring- and instrumentation system,where there is two (2) vertical force strain gage bridges and one (1) horizontal force strain gage bridge. From these two vertical force signals the signal processing unit / software makes the force dependent output signal.

2. *Performance*

Basic Sensitivity

Q (vertical) - force	1.3 μm /m /kN (min)
Y (lateral) - force	4.0 μm /m /kN (min)

Q - Force Measurements

Basic accuracy (100kN peak value)	± 0.5 %
Y - force (50kN) sensitivity	± 1 %
Contact point horizontal position (rolling circle ± 15 mm) sensitivity	± 15 %
T (tangential) - force sensitivity	± 0.25 %
Max ripple°($\phi=\phi_{peak}$ ± 22.5°)	± 45 %
Max ripple accuracy	± 2 %

Y - Force Measurements

Basic accuracy	± 0.5 %
Nonlinearity	± 1 %
Q - force (100kN) sensitivity	± 1 %
Q - force horizontal position (rolling circle ± 15 mm) sensitivity	± 1 %
T (tangential) - force sensitivity	± 0.25 %
Rotation 400 rpm (appr. 67 km/h)	± 0.25 %
Overtemperature (50 °C) tread	± 1 % *
Overtemperature (50 °C) bearing	± 1 % *

* balanced measuring bridge

SM 200 Measuring Wheelsets, Technical Specifications

1. *General Requirements*

The measuring wheelsets will be used in the type and acceptance tests of SM 200 - trainsets on VR's railway network. The running speed is 0 - 250 km/h and the axle load is 14 tons. The measuring wheelsets should operate also in low temperatures, down to - 40°C.

In the trainset there should be at least two (2) measuring wheelsets mounted to the same bogie at the end of the trainset. This means, that one one wheelset is motor axle and the other one is trailer axle. The measuring wheelsets should operate with the signal conditioning and processing unit of VR.

The main principle of the measuring wheelset should be, that both forces (vertical and horizontal) are measured continuously from the wheel disc. The wheelset instrumentation should be made according SJ's measuring- and instrumentation system,where there is two (2) vertical force strain gage bridges and one (1) horizontal force strain gage bridge. From these two vertical force signals the signal processing unit / software makes the force dependent output signal.

2. Performance

(see above)

Sr 2 Measuring Wheelsets, Technical Specifications

1. General Requirements

The measuring wheelsets will be used in the type and acceptance tests of Sr 2 - locomotives on VR's railway network. The running speed is 0 - 255 km/h and the axle load is 21 tons. The measuring wheelsets should operate also in low temperatures, down to -40°C.

In the locomotive there should be at least two (2) measuring wheelsets mounted to the same bogie. The measuring wheelsets should operate with the signal conditioning and processing unit of VR.

The main principle of the measuring wheelset should be, that both forces (vertical and horizontal) are measured continuously from the wheel disc. The wheelset instrumentation should be made according SJ's measuring- and instrumentation system,where there is two (2) vertical force strain gage bridges and one (1) horizontal force strain gage bridge. From these two vertical force signals the signal processing unit / software makes the force dependent output signal.

2. Performance

(see above)

VOIMA- JA SIIRTYMÄMITTAUKSET YV60-900-1:18 -VAIHTEESSA VAHOJÄRVELLÄ 18.-26.9.1989

Voima- ja siirtymämittaukset YV60-900-1:18 -vaihteessa Vahojärvellä 18.-26.9.1989
Mikko Attila 1990 luvut 1-11 s. 1-70
RHK Markku Nummelin

Mittausten tarkoitus

Mittausten ja niihin liittyneiden koeajojen tarkoituksena oli selvittää 160 km/h nopeuden vaikutukset YV60-900-1:18 -vaihteessa. Mittauksilla selvitettiin nopeuden noston vaikutusta liikkuvan kaluston aiheuttamiin poikittaisvoimiin vaihteen etujatkos- ja risteysalueella, sähkökääntölaitteisiin kohdistuviin voimiin sekä kielen, tukikiskon, risteyksen ja vastakiskosovitusten siirtymiin.

Mittausten aika

Ko. vaihde oli asennettu rataan ja tuettu oikeaan geometriaansa noin kuukausi ennen mittausten alkua. Tässä tutkimuksessa mitattiin yhteensä 237 koe- ja normaaliliikenteen junaa.

Mittauskohteet

Vaihteessa mitattiin seuraavat kohteet

poikittaisvoimat kahdella pölkkyvälillä

sähkökääntölaitteiden tankoihin kohdistuneet voimat

kielen ja tukikiskon siirtymät

- kielen siirtymä
- tukikiskon siirtymä
- kielen ja tukikiskon välinen välys

risteyksen ja toisen vastakiskosovituksen siirtymät maahan nähden

Lisäksi junien nopeudet mitattiin tutkalla.

Mittausmenetelmät

Poikittaisvoimat mitattiin kiskoihin liimatuilla venymäliuskoilla (24kpl), tankovoimat voima-antureilla (4kpl) ja kiskojen siirtymät siirtymäantureilla (17kpl).

POIKITTAISVOIMA- JA SIIRTYMÄMITTAUKSET VAIHTEISSA JA KAARTEESSA PARKANON RADALLA VUONNA 1986

Poikittaisvoima- ja siirtymämittaukset vaihteissa ja kaarteessa Parkanon radalla vuonna 1986
M. Attila, M. Nummelin, P. Pappila Helsinki 1987 s. 1-57
RHK Markku Nummelin

Mittausten tarkoitus

Mittausten tarkoituksena oli selvittää suurimman sallitun nopeuden nostamisen mahdollisuutta ja suurten akselipainojen vaikutusta rataan. Mittauksilla selvitettiin nopeuden noston vaikutus liikkuvan kaluston vaihteiden kielenkärki- ja etujatkosalueelle sekä ratakaarteisiin aiheuttamien poikittaisvoimien suuruuksiin, sähkökääntölaitteeseen kohdistuviin voimiin sekä kielen ja tukikiskon siirtymiin. Tässä tutkimuksessa mitattiin yhteensä 602 koe- ja normaaliliikenteen junaa.

Mittauskohteet

Vaihteessa mitattiin seuraavat kohteet

poikittaisvoimat kiskoissa yhdellä pölkkyvälillä

sähkökääntölaitteiden tankoihin kohdistuneet poikittaisvoimat

- pitkä käyttötanko (vaihteisiin oli asennettu mittatangot)
- lyhyt käyttötanko
- kiilalukon käyttötanko

kielen ja tukikiskon siirtymät

- keskinäinen siirtymä
- tukikiskon siirtymä

Kaarteessa mitattiin poikittaisvoimat kiskoissakahdella pölkkyvälillä. Mittauspölkkyvälien väliin jäi yksi pölkkyväli. Lisäksi mitattiin kiskojen siirtymät.

Junien nopeudet mitattiin tutkalla.

Mittausmenetelmät

Poikittaisvoimat mitattiin kiskoihin liimatuilla venymäliuskoilla, tankovoimat voima-antureilla ja kiskojen siirtymät siirtymäantureilla.

Akselipainojen vaikutus voimiin ja siirtymiin

Poikittaisvoimat tukikiskoissa kasvoivat nopeuden kasvaessa tai toisaalta vaihteiden geometrian huonontuessa. Akselipainon suuruudella ja maksimivoimilla ei ollut selvää riippuvuutta toisiinsa. Vaihteiden geometrian kunto vaikutti selvästi tankovoimien suuruuteen.

Nopeudella oli selvä vaikutus maksimivälysten, kielten siirtymien ja raideleveyden kasvuun. Vaihteen geometrialla ja maksimiarvoilla ei ollut selvää riippuvuutta.

Maksimipoikittaisvoimat kaarteessa kasvoivat nopeuden noston mukana. Sen sijaan raideleveyden kasvu pysyi muuttumattomana nopeutta nostettaessa. Raideleveyden kasvu oli kaarteessa akselipainokoejunalla hieman suurempi kuin nopeuskoejunalla.

Käytetyt akselipainot olivat välillä 19,85 - 25,55t

Vaihteen suoraa raidetta ajettaessa akselipainolla ei ollut suoraa vaikutusta voimiin ja siitymiin. Määräävät tekijät olivat nopeus ja vaihteen kunto. Poikkeavassa raiteessa korkea-akselipainoiset telivaunut aiheuttivat huomattavan suuria voimia ja rasittavat huomattavasti raidetta. Junille, joiden keskimääräinen akselipaino on 20t tai yli, tulisi määrätä poikkeavassa raiteessa 25km/h nopeusrajoitus.

Jos tietyllä rataosalla on nopeata henkilöliikennettä, vaihteiden geometrisen kunnon säilyttämiseksi raskaat tavarajunat tulisi ohjata mahdollisuuksien mukaan vaihteen suoran raiteen kautta.

POIKITTAISKIIHTYVYYSMITTAUSAJOT LUUMÄEN PITKISSÄ YV60-5000/2500-1:26 – VAIHTEISSA

Poikittaisvoima- ja siirtymämittaukset vaihteissa ja kaarteessa Parkanon radalla vuonna 1986
M. Attila, M. Nummelin, P. Pappila Helsinki 1987 s. 1-57
RHK Markku Nummelin

DR 16-VETURIN AIHEUTTAMAT POIKITTAISVOIMAT JA SIIRTYMÄT VAIHTEISSA

Dr 16-veturin aiheuttamat poikittaisvoimat ja siirtymät vaihteissa Tutkimusselostus
M. Nummelin 1988 luvut 1-8 s. 1-38
RHK Markku Nummelin

RAITEENMITTAUS HELSINKI-TURKU 9.8.1995, TURKU-TOIJALA JNE.

Raiteenmittaus Helsinki-Turku 9.8.1995, Turku-Toijala jne. Muistio
Tekninen yksikkö Ratahallintokeskus 1995 s. 1-3
RHK Markku Nummelin Kansio: kisko-pyörä-yhteys

1.2 LUJUUSOPIN LABORATORIO / TKK

LOUKON SUURNOPEUSVAIHTEEN VOIMA- JA SIIRTYMÄMITTAUKSET TOUKOKUUSSA 1992

Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämittaukset toukokuussa 1992
Tutkimusselostus
TKK/LUJ 1992 s. 1-24
RHK Markku Nummelin

Mittauspisteet

Mitattavana suureena oli useimmissa kohdissa kielen vaakasuora siirtymä tukikiskon suhteen, jolloin mittaavan anturin runko oli asennettu kiinteästi tukikiskoon liikkuvan karan nojatessa kieleen. Sekä kielen siirtymää alustan suhteen että tukikiskon siirtymää kääntölaitteen suhteen mitattiin myös. Näissä pisteissä anturien rungot oli pareittain kiinnitetty raiteen alitse kulkevaan putkipalkkiin. Se oli ripustettu kiskoihin siten, että se pääsi liikkumaan niihin nähden vapaasti radan poikittaissuunnassa. Palkin toinen pää oli ankkuroitu kääntölaitteeseen. Myös kielen pystysiirtymää tukikiskon suhteen ja kääntölaitteiden tankovoimia mitattiin. Poikittaisvoiman mittauspisteet sijaitsivat tukikiskoissa kielen kärjen kohdalla, käyrässä tukikiskossa tai kielessä vaihteen puolivälissä.Vaihteeseen kuuluvat kieltä poikittaissuunnassa tukevat kappaleet oli korvattu voima-antureilla.

Mittalaitteet

Mittauksiin oli varattu yhdeksän 6-kanavaista HBM:n kantoaaltotyyppistä vahvistinta. Nämä koostuivat näyttö/teholähde-yksiköstä sekä kuudesta KWS3073-vahvistinyksiköstä. Vahvistimista antureille lähtevät kaapelit olivat kaikki tyyppiä KJMS 4x0,5mm^2. Pisimmät vedot jäivät alle 80:n metrin.

Siirtymien mittaamiseen käytettiin induktiivisia jousipalautteisia HBM:n antureita tyypiltään W10TK ja W20TK. Tankovoima-anturit olivat edellisistä mittauksista poiketen leikkausvoimatyyppisiä tappiantureita. Antureiden runkoina toimivat alkuperäiset käyttötankojen liitostapit, jotka oli työstetty venymäliuskojen asennukseen sopiviksi. Anturin pysymienn mittaussuunnassa varmistettiin estämällä sen kiertyminen rei'ässään erikoisjärjestelyin.

Poikittaisvoimat mitattiin liimaamalla kiskoon 12 venymäliuskaa, joiden tyyppi oli KFW-5-D16-11. Niiden kosteussuojausta parannettiin massaamalla venymäliuska-asennukset liitoksineen huolellisesti.

Huomautukset

Mittausten aikana havaittuja vikoja, kuten esim. katkenneita antureiden kaapeleita korjattiin mittausten aikana.

RADAN KIIHTYVYYSMITTAUKSET, PERÄSEINÄJOKI, ELOKUU 1995

Radan kiihtyvyysmittaukset, Peräseinäjoki, Elokuu 1995 Raportti 1
TKK/LUJ 1995 s. 1-28
RHK Kari Ojanperä Mappi: mittaustuloksia

KRV-54 VAIHTEEN VÄLITANGON MITTAUKSET, INKEROINEN 2.-4.9.1996

KRV-54 vaihteen välitangon mittaukset, Inkeroinen 2.-4.9.1996
TKK/LUJ 1996 s. 1-9
RHK Kari Ojanperä Mappi: mittaustuloksia

LOUKON SUURNOPEUSVAIHTEEN VOIMA- JA SIIRTYMÄMITTAUKSET TOUKOKUUSSA 1992

Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämittaukset toukokuussa 1992
Tutkimusselostus/ Liite 3.0
TKK/LUJ 1992 s. 1-36
RHK Markku Nummelin

LOUKON SUURNOPEUSVAIHTEEN VOIMA- JA SIIRTYMÄMITTAUKSET TOUKOKUUSSA 1992

Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämittaukset toukokuussa 1992
Tutkimusselostus/ Liite 3.1
TKK/LUJ 1992 s. 1-42
RHK Markku Nummelin

LOUKON SUURNOPEUSVAIHTEEN VOIMA- JA SIIRTYMÄMITTAUKSET TOUKOKUUSSA 1992

Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämittaukset toukokuussa 1992
Tutkimusselostus/ Liite 3.2
TKK/LUJ 1992 s. 1-42
RHK Markku Nummelin

VASTAKISKON TUKIKAPPALEIDEN TUKIVOIMAMITTAUKSET LOUKON LÄNTISESSÄ TURVAVAIHTEESSA 26.6.-7-7-1995

Vastakiskon tukikappaleiden tukivoimamittaukset Loukon läntisessä turvavaihteessa 26.6.-7-7-1995
TKK/LUJ 1995 s. 1-12
RHK Kari Ojanperä Mappi: mittaustuloksia

KISKONLIIKUNTALAITTEEN SIIRTYMÄMITTAUKSET, JYVÄSKYLÄ 23.-25.9.1996

Kiskonliikuntalaitteen siirtymämittaukset, Jyväskylä 23.-25.9.1996
TKK/LUJ 1996 s. 1-11
RHK Kari Ojanperä Mappi: mittaustuloksia

VAIHDEMITTAUKSET VAHOJÄRVELLÄ

Vaihdemittaukset Vahojärvellä Tutkimusselostus
TKK/LUJ 1989 s. 1-19
RHK Markku Nummelin

VAIHDEMITTAUKSET LUUMÄELLÄ JA JUURIKORVESSA

Vaihdemittaukset Luumäellä ja Juurikorvessa Tutkimusselostus
TKK/LUJ 1989 s. 1-30
RHK Markku Nummelin

RADAN SIIRTYMÄMITTAUKSET, KELHÄ VKO 36/37

Radan siirtymämittaukset, Kelhä vko 36/37 Tutkimusselostus
TKK/LUJ 1995 luvut 1-7 s. 1-22
RHK Markku Nummelin

DYNAAMISET PENDOLINO-KOKEET TEKNILLISEN KORKEAKOULUN LUJUUSOPIN LABORATORIOSSA 1.9.1992 - 19.5.1993

Dynaamiset Pendolino-kokeet Teknillisen korkeakoulun lujuusopin laboratoriossa 1.9.1992 - 19.5.1993
Muistio TKK/LUJ 1993 s. 1-11
RHK Kari Ojanperä

Tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli aluksi selvittää nykyisen B89-betoniratapölkyn, 60E1-kiskon ja Pandrol-kiskonkiinnityksen kestävyys nopean Pendolino-junan aiheuttamill pyörävoimilla. Kokeiden kuluessa tutkimusta laajennettiin muihin kiinnityksiin, 54E1-kiskoon ja puuratapölkkyyn.

Menetelmä

Dynaamisessa kuormituskokeessa jäljiteltiin Pendolino-junan kiskoon, kiskonkiinnityksiin ja pölkkyyn kohdistuvia rasituksia raiteessa. Kokeissa kuormitettiin testipölkkyä. Kuorma jaettiin 12kN painavan palkin kautta molemmille kiskoille. Dynaamisten kuormituskokeiden tavoitteena oli, että raideliikenne kestäisi 2,5 milj. kuormituskertaa max. pystyvoiman ollesssa suoralla 350 kN ja kaarteessa 110 kN.

1.3 RUOTSALAISIA TUTKIMUKSIA

VERTICAL INTERACTION BETWEEN TRAIN AND TRACK WITH SOFT AND STIFF RAILPADS - THEORY AND FULL-SCALE EXPERIMENTS, REPORT F 175, -94

Vertical interaction between Train and Track with Soft and Stiff Railpads - Theory and Full-Scale Experiments Report F 175 M. Fermér, J. C. O. Nielsen Solid Mechanics
Chalmers University of Technology 1994 ISSN 0349-8107 s. 1-21
VR / Mittausyksikkö Juha Tammisto

Introduction

Geometrical irregularities on the running surfaces of wheels and rails cause damage to both vehicles and tracks. Corrugated rail heads and noncircular wheel treads generally lead to large dynamic wheel/rail contact forces. Severe impact loads are generated by, e.g., large wheelflats and misaligned railjoints. Higher vehicle speeds and heavier trains are expected to accentuate the detrimental influence of these effects. The need for an accurate mathematical modelling and numerical solution of dynamic interaction problems for vehicles on their tracks has increased.

In the present study, the vertical dynamic interaction between a running freight wagon and a tangent railway track is investigated. One objective was to clarify the influence of vehicle speed, axle load, radial wheel stiffness and railpad stiffness on dynamic responses in the vehicle and in the track. Another objective was to experimentally verify an existing theoretical model and a numerical technique for solving dynamic interaction problems.

(1) Frequency response functions (FRFs) of the track were measured at the test site for verification of the adopted mathematical track model; (2) geometrical irregularities on rail head and wheel tread were measured; (3) the same test train was used in all test runs (only replacing the instrumented wheelset); (4) transient vertical wheel/rail contact forces (obtained indirectly via strain gauges on running test wheels) and also strains and accelerations of sleepers and rails were measured; (5) the location of the instrumented wheelset in relation to the instrumented portion of the track was determined at each instant of time; (6) each revolution on the instrumented wheelset was recorded in order to determine the angular location of the wheelflat.

Theory

Train / track interaction problems are carried out in the frequency domain or in the time domain. In the frequency domain the track model consists of an infinite beam on a continuous or repetitive support and the solution is obtained by use of Fourier transforms or Green functions. An important advantage of frequency domain solutions is that they allow for a fast parametric study of responces due to different sets of dynamic properties of the vehicle and track models. A restriction is that both models must be linear.

Use of finite elements increases the possibility to model the track in greater detail. The interaction problem is then usually solved by numerical time-integration. This means that nonlinear elements, such as Hetrzian contact springs, can be accounted for.

However, often the track model is taken as linear and its equations of motion are, prior to time-simulations, decoupled through a transformation into modal space.

Here, a linear finite element model of the track is adopted and the solution is carried out in the time domain in conjunction with a complex-valued modal synthesis. The model contains 30 sleeper bays with fixed boundaries at both ends of the rails. It was found that a length of 30 sleeper bays is sufficient for the loading cases studied here.

Rail and sleepers are modelled by use of undamped uniform Rayleigh-Timoshenko beam elements with bending stiffness **EI**, shearing stiffness **kGA**, and mass **m** and rotatory inertia $\mathbf{mr^2}$ per unit beam length. The ballast and undergroud are modelled by a viscously damped, massless elastic foundation of Winkler type with stiffness $\mathbf{k_b}$ and damping $\mathbf{c_b}$. Different numerical values of ballast stiffness and damping may be assigned to different sections along the sleeper. The mass of the ballast participating in the vibration with the rest of the track structure will roughly be accounted for by adding extra mass to sleepers.

The sleeper distances $\mathbf{L_i}$ (i=1,2,...,30) measured at the test site varied between 0.61 and 0.70m, and their actual values are used as input to the track model. The railpads are modelled as dicrete massless spring-damper systems with stiffness $\mathbf{k_p}$ and viscous damping $\mathbf{c_p}$.

If the responce of the track is of primary interest, a simple model of the vehicle is often sufficient while the track needs a more detailed description. Here the vehicle will be modelled as a two degree-of-freedom system (including the massless contact point) coupled to the track by a massless Hertzian contact spring with zero stiffness in tension. However, in some cases a more refined model of the vehicle would have been necessary in order to achieve an acceptable fit between calculations and measurements in the low-frequency range.

Previous experimental studies

In most cases the objecive of the experiments has been two-fold. The first objective is to determine track parameters (primarily stiffness and damping of ballast and railpads) as input to an existing mathematical track model. Usually this involves fitting calculated FRFs to those measured. The second objective is to verify an adopted mathematical solution technique by comparing calculated and measured track responses.

In experiments involving geometrical irregularities on the wheel perimeter, difficulties may occur in locating the position of the irregularity relative to the instrumentation of the track.

Present experimental study

The track consists of 60E1 rails, studded Pandrol 10mm rubber railpads (here referred as railpad type A), Pandrol fastenings, and concrete monoblock sleepers (Strängbetong S7) on a ballast bed with a 300mm layer of 32-64mm granite macadam. In order to investigate the influence of different railpad stiffness on dynamic responses, the standard pad was replaced by a polymer based pad (type B) along a track length of about 25m.

At the test sites five consequtive sleepers were instrumented with accelerometers and strain gauges. The test sites are preceded by 300m and followed by 700m of straight track.

Frequency Response Measurements of Railway Track

In order to determine input data to the track model, the track at both test sites was harmonically excited by use of an instrumented railway wagon. The wagon admits of a symmetric harmonic excitation of the track in the frequency range 5-100Hz with a force amplitude on each rail up to approximately 10kN. At the same time the total static load may be up to 180kN. The track structure was also excited at higher frequencies (50-1000Hz) using a sledge-hammer (5kg).

Estimation of Track Parameters

Measured track FRFs from test site A were used to estimate unknown track parameters. They were properties of the ballast ($\mathbf{k}_b$ and $\mathbf{c}_b$) and of the railpads ($\mathbf{k}_p$ and $\mathbf{c}_p$). In order to achieve an acceptable fit for low frequencies with the adopted track model, extra mass was allotted to the sleepers. This additional mass was supposed to approximate the amount of ballast mass which is participating in the vibration of the rest of the track structure. Ballast and pad stiffnesses increase with increasing static load. It was found that the participating ballast mass should increase with the static loading.

Note that despite the nonlinearities observed through the measured FRFs, the dynamic properties of ballast and railpads have been taken as linear and frequency-independent. It seems as if, in order to achieve a better fit throughout the investigated frequency range (especially for cross FRFs), a more detailed model of the ballast would be needed.

Instrumented Wheelsets

Instrumented wheelsets were used in order to measure transient vertical and lateral wheel/rail contact forces. The forces were obtained indirectly via strain strain gauges located on the wheel discs.

Synchronization

The location of the instrumented wheel in relation to the instrumented portion of the track was determined at each instant of time.

Test Program

Tests were carrried out using three different axle loads (2m = 12, 22 and 26 tonnes) and diferent constant train speeds (from 5 to 160km/h). The sampling frequency of vehicle and track responses was 4000Hz. In total, some 120 runs were performed. Maximum speed when axle load was 26 tonnes was set to 90km/h.

Results

Measured and Calculated Vehicle and Track Responses

The dynamic interaction between a single wheel and a portion of a railway track has been solved by the technique described in the Appendix. The ballast and railpad data were used as input to the mathematical track model. A mathematical function accounting for vertical rail head irregularities with wavelengths and amplitudes (but not phase angels) similar to those measured at test site is included in the analysis (Appendix).

The standard deviation of the dynamic component of the measured wheel/rail contact force has been determined for different constant train speeds and axle loads. A clear trend is noted towards higher dynamic contact forces for increasing vehicle speed. Although the differences here are relatively small, soft railpad yields smaller forces than stiffer one for low train speeds (less than 60km/h), but somewhat higher forces for higher speeds. The influence of axle load on the measured dynamic forces is seen to be small.

Five consecutive sleepers at test site were equipped with accelerometers at their ends. This was made to increase the likelihood of having the wheelflat hit near an instrumented sleeper, but also to study possible variations of track response along the track.

Soft railpads isolate the sleepers from vibrations better than stiffer railpads. However, rail head accelerations are larger for the soft railpads.

From these measurements, in the absence of severe geometrical irregularities, it seems as if dynamic contact forces are quite insensitive to the flexibility of the railpad. However, both static and dynamic responses of the sleepers are decreased when using the soft pad.

Influence of Wheelflat

Wheelflats of length 40mm were ground on the instrumented wheels. Measurement of out-of-roundness of the wheels indicated a flat depth of 0.35mm.

It is interesting to observe that the peak contact force is not increasing monotonically with speed. With the present speed resolution, a local maximum seems to be obtained at a speed between 30 and 70 km/h depending on railpad stiffness and axle load.

Concluding remarks

Standard deviations of dynamic responses increase with vehicle speed. In the absence of wheelflats, the dependency on axle load is small. Soft railpads are known to be favourable as to the loading of sleepers and ballast.

An attemp has been made to control as many input parameters in a full-scale field test as at the time was deemed posible with respect to cost and available equipment and time. A good fit between measured and calculated FRFs of the rail (direct flexibilities) is possible with the adopted track model for frequencies below 500Hz. For the geometrical surface irregularities of rail and wheel investigated here, calcuated contact forces are found to agree reasonably well with measured ones for train speeds up to about 80km/h. However, sleeper responses are overestimated.

The mathematical model of the sleeper has previously been succesfully verified under free-free conditions. Thus, the main deficiency of the present track model seems to be a too simple description of the ballast and the railpads. Despite indications of severe nonlinearities evident in FRFs of the track measured for different static preloads. the ballast (and underground) is here modelled as a massless linear elastic foundation with frequency-independent stiffness and damping. Two different numerical values of ballast stiffness and damping are assigned along the sleeper. Extra mass is allotted to the sleepers in order to roughly account for the ballast mass participating in the vibration of the track structure. Also the railpads are here taken as linear and frequency-independent. Presumably, these descriptions are the primary reasons for overestimating sleeper responses. Improvement of the ballast and railpad models is therefore regarded as an important area for future research in the field of train/track dynamics.

Especially in the higher frequency range (e.g., in the presence of impact loads from wheelflats), solutions obtained by use of the finite element method in combination with modal analysis to solve problems in structural dynamics are of course approximate. The description of wheel, axle and bearing as a single (essentially) rigid unsprung mass and the accuracy of the measurements at the high frequencies caused by the impacts may also be questioned.

The overall agreement between calculated and measured dynamic responses is, for several loading cases, quite acceptable.

Appendix

The numerical solution technique for solving vertical dynamic train/track interaction problems involves a general a general coupling of so-called physical and modal components. In the present study, the equations of motion of a linear finite track model are fully decoupled by a transformation into modal space. Modal parameters are calculated in a preceding eigenvalue analysis. Due to the spatially nonproportional damping of the model, a complex-valued modal superposition is employed. The decoupled equations of motion are obtained as

$$diag(a_n)\dot{q}(t) + diag(b_n)q(t) = Q(t), \qquad n = 1,2,\ldots,2N$$

where q is the modal displacement vector, Q is the modal load vector, and a_n and b_n are the modal normalization constants in mode n. Underbar denotes a complex quantity. In the calculations of this paper, complex modal pairs corresponding to the lowest (N=200) undamped eigenfrequencies (up to about 2300Hz) are accounted for. This number is suffiently high for describing the significant part of the dynamic behaviour of the track model.

The loaded wheel is taken as a nonlinear physical component including a massless Herzian contact spring having zero stiffness in tension. The wheel model includes two vertical degrees-of-freedom: (1) the massless contact point and (2) the unsprung mass of wheel, axle and bearing. The equations of motion for the wheel are assembled in matrix format as

$$M\ddot{x}(t) + Kx(t) + F_c(t) = F_g$$

with M and K being the 2x2 mass and static stiffness matrices, respectively. The 2x1 displacement vector is denoted by x. The contact force is included in F_c, and the given external gravity load is included in F_g. The unsprung mass was estimated at 500kg. The nonlinear compressive stiffness k_H of the Herzian contact spring is determined by

$$k_H = C_H \delta^{1/2}, \qquad \delta > 0$$

where δ is the compression of the wheel/rail contact spring and C_H=93GN/$m^{3/2}$.

The vertical rail head roughness is generated as a sample function from process as

$$x^{irr} = \sum_i a_i(\kappa_i)\sin(\kappa_i\xi + \phi_i)$$

where

$$a_i(\kappa_i) = \sqrt{4S(\kappa - \kappa_i)\Delta\kappa}, \qquad S(\kappa) = \frac{b}{\kappa^2} \quad \text{and} \quad \kappa_i = \frac{2\pi}{\lambda_i}$$

Here a_i is the amplitude pertaining to wavenumber κ_i. Wavelengths λ_i accounted for range from 20mm to 500mm. Wavenumber increment is $\Delta\kappa$=0,12m^{-1}. The mutually independent phase angles ϕ_i are randomly and uniformly distributed between 0 and 2π. Further, S(κ), with b=2.1nm, is the double-sidedspectral density which has been curve-fitted to the rail head roughness measured. The location of the wheel along the track is given by ξ.

The wheelflat is modelled by use of an irregularity function accounting for the missing wheel material. A cosine function for describing te decrease the decrease of wheel radius is here a good approximation. The depth and length of the rounded flat (flats were ground to an initial length of 40mm) were 0.35 and 75mm, respectively.

The interaction problem is numerically solved by establishing an initial-value problem for the transient loading of the track. The physical displacements, velocities and accelerations of the vehicle and the track, and the contact force between them, are solved for.

NBS-UTREDNING "TILLÅTNA SPÅRKRAFTER", TEKNISKA AVDELNINGEN, LÄGESRAPPORT APRIL 1995

NBS-Utredning "Tillåtna spårkrafter" Tekniska Avdelningen Lägesrapport april 1995
Sten Hammarlund Banverket 1995 s. 1-18
VR / Mittausyksikkö Juha Tammisto

Projektets innehåll

Enligt beslut från det Nordiska Bandirektörsmötet 1994 har gruppen fått i uppgift att koncentrera sig på följande problemställningar:

Vertikal samverkan fordon-bana

Fastställa (i första hand relativa) samband mellan påkänning i spårmaterielet och hastighet, axellast och spårtyp. För analysen används både tillgängliga mätresultat och beräkningsmodeller (Eisenmann, DIFF). Studien ska koncentreras på moderna spårkonstruktioner.

Sammanställning av nordiska normer och regler

Sammanställa och komplettera befintligt material

SJ ROAD TESTING REPORT FOR THE AXLE MOTION II

SJ Road Testing report for the Axle Motion II Translation SJ Report 9712-11g
SJ Maskindivisionen Laboratoriet 1997 s. 1-195
RHK Esko Sandelin Kansio: nimetön (musta)

SJ ROAD TESTING REPORT FOR THE AXLE MOTION II

SJ Road Testing report for the Axle Motion II Translation SJ Report 9727-12g
SJ Maskindivisionen Laboratoriet 1997 s. 1-21
RHK Esko Sandelin Kansio: nimetön (musta)

1.4 ERRI

ERRI D 173/RP 3, TRACK TESTS ON NATURALLY-HARD AND HEAD-HARDENED TEST RAILS

Track tests on naturally-hard and head-hardened test rails Rail rolling contact fatigue
ERRI D 173/RP 3 Utrecht 1993 s. 1-96
RHK Normikaappi, ERRI-kotelo

Introduction

Specialists' Committee D 173 is investigating fatigue damage to rails caused by wheel/rail contact.

The assessment programme contains a photographic record, visual examination, measurements of headwear, measurements of the smoothness of the running surface of the rail in the weld zones, ultrasonic tests involving the gauge corner, measurements of the gauge and residual stresses, close to running surface at the middle of the rail head.

Measurements

The test sites are measured every two years.

Parameters	***Measuring technique***
vertical and lateral wear (45°)	scanner-plotter type HEIN
wear in head section	scanner-plotter type HEIN
smoothness of rail running surface in weld zone	Cemater straightedge with recording device
interior defects	ultrasonic testing
residual stresses	ultrasonic method Debro 20
gauge	leveling rule

ERRI D 173/RP 18, FINAL REPORT OF TRACK TESTS ON NATURALLY-HARD AND HEAD-HARDENED TEST RAILS

Final report of track tests on naturally-hard and head-hardened rails Rolling contact fatigue

ERRI D 173/RP 18 Utrecht 1996 s. 1-95
RHK Normikaappi, ERRI-kotelo

Introduction

All the test sections were evaluated using a 14-point system.

Item No.	
1	Description of section
2	Background, experience
3	Test section data
4	Site plan with measuring points
5	Photographs of the line
6	Traffic load of the line
7	Graphic representation of annual load
8	Graphic representation of total load
9	Present assessment (variations, defects)
10	Wear data at the measuring points in mm and mm^2
11	Test results from US tests
12	Flatness of running surface near welds (Cemafer measurements)
13	Residual stress measurements (US method Debro 20)
14	Track gauge measurements

Concluding comments

The ultrasonic tests have so far not revealed any fatigue damage originating underneath the rail surface.

ERRI D 184/RP 1, IMPROVED DURABILITY OF SWITCHES AND CROSSINGS SUBJECTED TO INCREASED SPEEDS AND AXLE LOADS

Summary of the common crossing designs to be tested, the test conditions and test methods
Improved durability of switches and crossings subjected to increased speeds and axle loads
ERRI D 184/RP 1 Utrecht 1992 s. 1-160
RHK Normikaappi, ERRI-kotelo

Introduction

Five topics were selected for discussion:

a) Definition of the components of switches and crossings to be studied

b) Wear of the components switches and crossings

c) Improvement of stability

d) Geometry of switches and crossings and crossovers

e) Study of forces encountered when negotiating switches and crossings

Priority study areas with emphasis on:

- fixed common crossings
- guard rails
- forces exerted on control elements when negotiating switches and crossings

Tests

- a description of the common crossing:

  characteristic data

  top view

  sectional drawings

  longitudinal section of the point of the switch

  construction

  materials

- a plan of the location of the common crossing
- a sheet indicating the local conditions for the tests

ERRI D 184/RP 4, IMPROVED DURABILITY OF SWITCHES AND CROSSINGS SUBJECTED TO INCREASED SPEEDS AND AXLE LOADS

Tests on different types of crossings, Presentation of results, conclusions and recommendations for improving the geometry of crossings
Improved durability of switches and crossings subjected to increased speeds and axle loads
ERRI D 184/RP 4 Utrecht 1996 s. 1-138
RHK Normikaappi, ERRI-kotelo

Introduction

The tests were carried out between 1991 and 1994 and were evaluated in two ways:

- evaluation of the transverse profiles by the participating railways according to a specific method

- study of selected transverse profiles in the light of the optimization of contact geometry

Evaluation of tests with different designs of crossing

The curve for vertical wear as a function of traffic load is divided into a steeply rising initial area and a subsequent section with less wear development.

Vertical wear on the crossing in a longitudinal direction was found to be dependent on the geometric design of the longitudinal section of the crossing. The flatter the relative inclination of the crossing vee in relation to the upper edge of the wing rail, the less tendency there is for heavy localized vertical wear to develop on the crossing vee manifested by the breaking out of material.

Raising of the wing rails leads to reduced vertical wheel action with a longer track life of the crossing.

Wear in the transverse and longitudinal section of the crossings is geometrically unstable, i.e., at the design stage the contact area of the crossings is not made to correspond sufficiently to the wheel profile.

Maintenance of the crossings by grinding is not always positive for track life owing to the methods used. It would appear necessary to develop techniques that are independent of subjective influences as far as possible and can guarantee the observance of the prescribed geometry within a tight tolerance range.

Contact geometry studies

Crossings should be designed in such a way that the cross-section of the contact area exhibits a constant curvature difference in relation to the wheel profile, irrespective of the possible wheel/crossing contact point.

The Magnitude of the curvature difference is determined by material properties, the tolerance of the gauge dimensions and the available breadth of the crossing vee.

The longitudinal section of the crossing should be designed such that vertical wheel movement is minimized. the design should be based on an average wheel wear profile.

The gradients of the wheel trajectory on the wing rail and the crossing vee should have the smallest relative angle of inclination possible.

Either the railways do not prescribe a limit value for hollow wear on a wheel profile, or its magnitude is specified such that other limit values are generally responsible for the re-profiling of the wheel.

The results to date point to a necessity for further study:

- to determine the permitted curvature difference of the wheel and the crossing as a function of material strength

- to register statistically the wear profiles of wheels with account taken of vehicle types in order to calculate average characteristic wear profiles

- to simulate wheel dynamics to describe the passage of a wheel from a wing rail to the crossing vee so that economical limit values can be determined for the re-profiling of wheel profiles that have been worn hollow

1.5 MUITA TUTKIMUKSIA

STATIC AND DYNAMIC TESTS ON RAIL FASTENING SYSTEMS

Static and dynamic tests on rail fastening systems J. van 't Zand, J. Moraal
Delft 1997(?) s. 1-9
RHK Kari Ojanperä

THE DYNAMICS OF VEHICLES ON ROADS AND ON RAILWAY TRACKS

The Dynamics of Vehicles on roads and on railway tracks International Union of Theoretical and Applied Mechanics Edited by Hans B. Pacejka IUTAM Swets & Zeitlinger B.V.
Amsterdam 1976 ISBN 90-265-0234-6 s. 251-565
VR / Mittausyksikkö Juha Tammisto

"RADSATZWELLE UND RADSCHEIBE" -DIE RICHTIGE KOMBINATION ZUR MESSUNG DER KRÄFTE ZWISCHEN RAD UND SCHIENE

"Radsatzwelle und Radscheibe" -die richtige Kombination zur Messung der Kräfte zwischen Rad und Schiene
ZEV+DET Glas. Ann. 120 (1996) Nr. 2 Februar H. Berg, G. Gössling, H. Zuck
Georg Siemens Verlagsbuchhandlung 1996 s. 40-47 RHK
Lauri Leino Kansio: Lehtiartikkelit (Tekniikka)

KORKKIKUMIN KUORMITUSKOE

Korkkikumin kuormituskoe Tutkimusraportti
TTKK teknillinen mekaniikka 1996 s. 1-9
RHK Kari Ojanperä Kansio: Pölkyt

OECD FULL-SCALE PAVEMENT TEST

OECD full-scale pavement test Road Transport Research OECD, IRRD No. 837329
Paris 1991 ISBN 92-64-13469-7 s. 1-259
TTKK / GEO Pauli Kolisoja

LARGE SCALE DYNAMIC TRIAXIAL TESTS FOR ARBEIDSFELLESSKAPET KPG

Large scale dynamic triaxial tests for Arbeidsfellesskapet KPG Results of the supplementary test series
Pauli Kolisoja TTKK / GEO 1996 s. 1-85
TTKK / GEO Pauli Kolisoja

LARGE SCALE DYNAMIC TRIAXIAL TESTS FOR ARBEIDSFELLESSKAPET KPG

Large scale dynamic triaxial tests for Arbeidsfellesskapet KPG Results of the SHRP tests
Pauli Kolisoja TTKK / GEO 1996 s. 1-80
TTKK / GEO Pauli Kolisoja

TIERAKENNUSMATERIAALIEN DYNAAMISTEN MODUULIEN MÄÄRITTÄMINEN RESONANT COLUMN JA BENDER ELEMENT –LAITTEISTOILLA

Tierakennusmateriaalien dynaamisten moduulien määrittäminen Resonant Column ja Bender Element –laitteistoilla
Diplomityö, Julkaisu 20 Antti Souto TTKK / GEO 1993 s. 1-106
TTKK / GEO Pauli Kolisoja

1.6 TEOKSET, JOIDEN OLINPAIKKAA EI OLE SELVITETTY

Tässä luetteloituja kysymysmerkillä varustettuja teoksia ei ole fyysisesti saatavilla ainakaan RHK:n tiloista. Teoksen nimen yhteydessä kerrotaan kuitenkin tiedossa olevat etsimistä helpottavat tiedot.

HEAVY AXLE LOAD BOX TESTS -- SERIES 2

Heavy axle load box tests -- series 2 Association of American Railroads E. T. Selig & R. V. Devulapally
University of Massachusetts 1991 s. 1-
? Pasi Leimi Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Maintenance Cycle

ASSESSING RAILROAD TRACK SUBGRADE PERFORMANCE USING IN SITU TESTS

Assessing railroad track subgrade performance using in situ tests
Geotechnical Report No. AAR91-369F E. T. Selig & A. J. Lutenegger
University of Massachusetts 1991 s. 1-
? Pasi Leimi Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; In Situ Tests for Soil Properties

CONCRETE TIE RAIL SEAT ABRASION TEST

Concrete Tie Rail Seat Abrasion Test 1st Annual AAR Research Review S. E. Gage, R. P. Reiff
Pueblo CO. 1995 s. 1-
? Kari Ojanperä Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbanan

FAST/HAL RAIL PERFORMANCE TEST

FAST/HAL Rail Performance Test Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Loads J. Hannafiou
Pueblo CO. 1990 s. 1-
? Kari Ojanperä Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbanan

OVERVIEW OF THE FAST HTL/HAL RAIL PERFORMANCE TESTS

Overview of the FAST HTL/HAL Rail Performance Tests
Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Loads
R. K. Steele Pueblo CO. 1990 s. 1-
? Kari Ojanperä Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbanan

JÄNNITYS- JA MUODONMUUTOSMITTAUKSET TIERAKENTEESSA 1985

Koekentän rakentaminen, päällysteen paksuuden, lämpötilan ja epätasaisuuden vaikutuksen tutkiminen
Tutkimusselostus 569 VTT, tie- ja liikennelaboratorio Espoo 1987 s. 1-48
? (TTKK / GEO) Pauli Kolisoja
Kirjallisuusluettelo: Kalliomurskeiden käyttö sitomattomissa rakennekerroksissa

GEOVAHVISTEKOERAKENTEIDEN INSTRUMENTOINTI, HERTSBYN PAIKALLISTIE, SIPOO

Geovahvistekoerakenteiden instrumentointi, Hertsbyn paikallistie, Sipoo
Geovahvistetutkimus, vaihe III Viatek-Yhtiöt Oy 1997 s. 1-
? (Pohjarakennus ja maamekaniikka, TKK) Pasi Leimi
Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97

GEOVAHVISTEKOERAKENTEET, INSTRUMENTOINTISUUNNITELMA, RANNIKON YKSITYISTIE Y607

Geovahvistekoerakenteet, Instrumentointisuunnitelma, Rannikon yksityistie Y607
Geovahvistetutkimus, vaihe IIIViatek-Yhtiöt Oy, Tielaitos 1996 s. 1-13
? (Pohjarakennus ja maamekaniikka, TKK) Pasi Leimi
Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97

MT140 SOTAKYLÄN LIITTYMÄN JA MIKONKORVEN KEVYTLIIKENTEEN LIIKENNETURVALLISUUSJÄRJESTELYT, GEOVAHVISTETUTKIMUKSEN KOERAKENTEET, TIEN LEVENNYS, INSTRUMENTOINTISUUNNITELMA

Geovahvistetutkimus, vaihe III Viatek-Yhtiöt Oy Uudenmaan tiepiiri 1996 s. 1-9
? (Pohjarakennus ja maamekaniikka, TKK) Pasi Leimi
Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97

TUTKIMUSSELOSTUS N:O 1/97/JF VAHVISTEVERKKOJEN FORTRAC 35/20-20, TENSAR SS30 JA TENSAR SR55 SEKÄ VENYMÄLIUSKOILLA INSTRUMENTOIDUN VAHVISTEKANKAAN STABILENKA 200/200 VETOKOKEISTA

Geovahvistetutkimus, vaihe III A. Aalto Pohjarakennus ja maamekaniikka, TKK 1997
s. 1-
? (Pohjarakennus ja maamekaniikka, TKK) Pasi Leimi
Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97

MATLIDENIN KOULUN JV- JA VJ-LINJAN SIIRTO, PUTKIJOHTOJEN ARINARAKENTEEN INSTRUMENTOINTISUUNNITELMA

Geovahvistetutkimus, vaihe III Viatek-Yhtiöt Oy 1996 s. 1-
? (Pohjarakennus ja maamekaniikka, TKK) Pasi Leimi
Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97

2 PERUSTEOKSIA RAUTATIEALALTA

DER EISENBAHNUNTERBAU

Der Eisenbahnunterbau DB-Fachbuch, Band 8/20 C. Göbel, K. Lieberenz, F. Richter
Eisenbahn-Fachverlag, Heidelberg, Mainz 1996 luvut 1-8 s. 1-346
RHK Markku Nummelin

MODERN RAILWAY TRACK

Modern Railway Track Coenraad Esveld
W-Germany 1989 ISBN 90-800324-1-7 luvut 1-16 s. 1-446
RHK Markku Nummelin

BAHNHOFSGESTALTUNG 1

Bahnhofsgestaltung 1 Bahnhofsgestaltung, Band 1 Berthold Grau
Transpress 1968 VLN 162.925/13/68 luvut 1-5 s. 1-352
RHK Markku Nummelin

BAHNHOFSGESTALTUNG 2

Bahnhofsgestaltung 2 Bahnhofsgestaltung, Band 2 Berthold Grau
Transpress 1968 VLN 162.925/14/68 luvut 6-15 s. 1-376
RHK Markku Nummelin

DIE GRUNDLAGEN DES GLEISBAUES

Die Grundlagen des Gleisbaues Eisenbahnoberbau Robert Hanker
Springer-Verlag, Wien 1952 luvut A-J s. 1-256
RHK Markku Nummelin

RAILROAD ENGINEERING

Railroad Engineering Second Edition William W. Hay
John Wiley & Sons 1982 ISBN 0-471-36400-2 luvut 9-30 s. 140-758
RHK Pasi Leimi

RAUTATIEKISKOT

Rautatiekiskot (huom. teos venäjäksi)
Transport, Moskova 1987 s. 1-479
RHK Markku Nummelin

RAILWAY TRACK ENGINEERING

Railway Track Engineering J. S. Mundrey
TATA McGRAW HILL 1993 ISBN 0-07-460243-8 s. 1-519
TKK / TIE Olli-Pekka Hartikainen

TRACK GEOTECHNOLOGY AND SUBSTRUCTURE MANAGEMENT

Track Geotechnology and Substructure Management E. T. Selig, J. M. Waters
Thomas Telford, London 1994 ISBN 0-7277-2013-9 s. 1-450
RHK Pasi Leimi

Mallinnus

Chapter 5 / Analytical Track Models

The principal function of the track models considered in this chapter is to interrelate the components of the track superstructure and substructure for properly representing their complex interaction in determining the effect of the traffic loads on the stresses, strains, and deformations in the system. Such modelling provides the basis for predicting track performance, and therefore technical and economical feasibility of track design and maintenance procedures. Accurate analysis is limited by a number of factors including:

1) Uncertainties in the magnitude of loading.

2) Complex ballast properties which change with traffic, maintenance, and environmental conditions.

3) Lack of quantitative information on substructure characteristics.

Furthermore, the track is subjected to loading in three directions: vertical, lateral and longitudinal. However, the available geotechnical models only consider the vertical component. Thus the coupling effects of the three loading directions are not represented.

This chapter will first present the classical beam-on-elastic-foundation model and then describe some more recent computer models which provide a detailed representation of the substructure. These models all represent the actual dynamic wheel load by an equivalent static load. This is a reasonable approximation as long as inertial and wave propagation effects do not substantially alter the effects of the dynamic load.

5.1. Beam on Elastic Foundation

The theoretical formulation of the beam-on-elastic-foundation model is based on the assumption that each rail acts like a continuous beam resting on an elastic support. The track modulus (actually track foundation modulus), u, is defined as the supporting force per unit length of rail per unit vertical deflection of the rail. This track model is shown in Fig. 5.1. The rail foundation, represented by u, includes the effects of the fastener, sleeper, ballast, subballast and subgrade. The differential equation for this model is (Ref.

$$EI\frac{d^4y}{dx^4} + uy = 0$$

5.1 and 5.2):

(5.1)

where

E = rail modulus of elasticity,

I = rail moment of inertia,

u = modulus of elasticity of the track support or track foundation modulus, and

y = rail deflection.

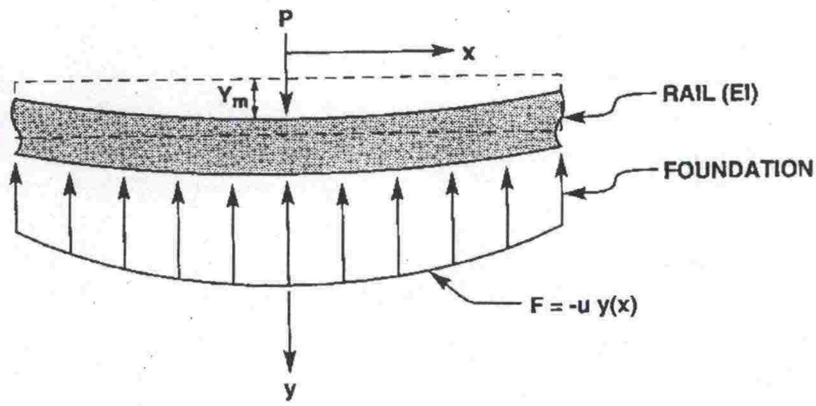


Fig. 5.1 Beam on elastic foundation model

The solution to Eq. 5.1 for the rail deflection, y(x), at any distance, x, along the rail from the single point load, P, is

$$y(x) = \frac{P\lambda}{2u} e^{-\lambda x} (\cos \lambda x + \sin \lambda x)$$

(5.2)

where

$$\lambda = (\frac{u}{4EI})^{\frac{1}{4}}$$

(5.3)

The supporting line force against the rail, F(x), is then obtained from

$$F(x) = -uy(x)$$

(5.4)

The successive derivatives of Eq. 5.2 give equations for slope, bending moment, and shear at any distance along the rail from the point load. The slope, 0 (x), is given by

$$\theta(x) = -\frac{P\lambda^2 u}{u} e^{-\lambda x} (\sin \lambda x)$$

(5.5)

the bending moment, M(x), is given by

$$M(x) = \frac{P}{4\lambda} e^{-\lambda x}(\cos \lambda x - \sin \lambda x)$$

(5.6)

and the shear force, V(x), is given by

$$V(x) = -\frac{P}{2} e^{-\lambda x}(\cos \lambda x)$$

(5.7)

The distributions of y, θ, M and V are illustrated in Fig. 5.2.

The maximum values of deflection, Y_m, moment, M_m, and supporting line force, F_m, occur directly beneath P. These are given by

$$Y_m = \frac{P\lambda}{2u}$$

(5.8)

$$M_m = \frac{P}{4\lambda}$$

(5.9)

and

$$F_m = uY_m$$

(5.10)

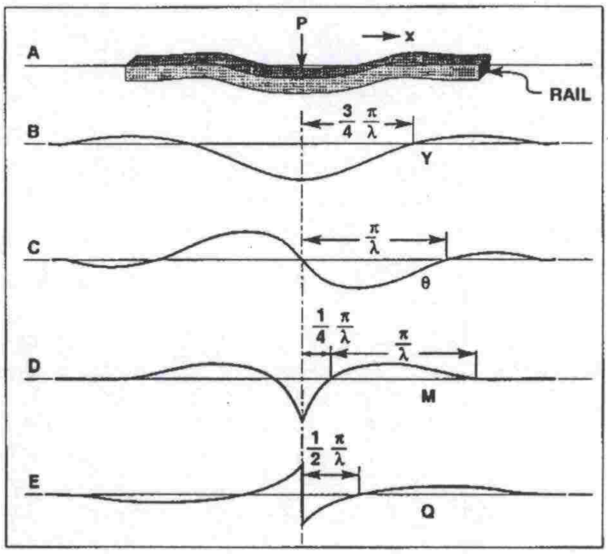


Fig. 5.2 Variation of parameters along rail

An upper bound value of rail seat load, Q_m, can be estimated by

$$Q_m = F_m S$$

(5.11)

where

S = sleeper spacing.

The ballast pressure, P_b, on the sleeper bearing area, A_b, can be estimated as

$$P_b = \frac{2Q_m}{A_b}$$

(5.12)

The vertical stress applied to underlying layers can then be estimated from vertical stress distribution charts.

With this model, dynamic load is considered by increasing the value of P. The deflections and moments in the rail from multiple axles can be obtained by superposition of single axle results.

The track modulus, u, can not be calculated from the properties of the components, i.e. the fastener, sleeper, ballast and underlying layers. Therefore the model can not consider their individual effects. Instead the track modulus must be calculated from field measurements of track deflection under load. There are basically three ways to do this:

1) Single point load test,
2) Deflection basin test, and
3) Multiple axle vehicle load test.

The first method is best. However, it requires apparatus for applying known vertical loads to the top of rail at a single point and measuring the resulting vertical deflection. An example of such an arrangement is shown in Fig. 5.3. The track modulus is then

$$u = \frac{\left(\frac{P}{y_m}\right)^{\frac{4}{3}}}{(64EI)^{\frac{1}{3}}}$$

calculated from

(5.13)

The second method is based on the fact that for vertical equilibrium of forces with the beam-on-elastic-foundation model the integral of the supporting line force must equal the applied force.

Hence,

$$P = \int_{-\infty}^{+\infty} uydx$$

(5.14)

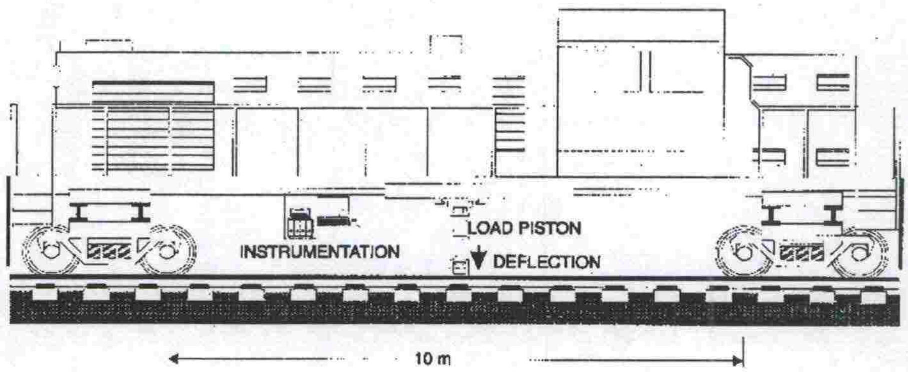


Fig. 5.3 Test arrangement for track modulus

If u is considered constant along the rail, then Eq. 5.14 becomes

$$P = uA_y$$

(5.15)

where A_y is the area of the deflection basin caused by vertical force P. For this method, the deflection basin is measured for a single point load and u calculated from Eq. 5.15. This method was used by Talbot (Ref. 5.3) and further evaluated by Zarembski and Choros (Ref. 5.4). Note that Eq. 5.15 is independent of the rail EI although the shape of the deflection basin will vary with EI. To eliminate the effect of slacks in the track, a light and a heavy vertical force may be used instead of just a single force. Then A_y is the difference in the two deflection basin areas and P is the difference between the heavy and light forces. The main disadvantage of this method is that it requires deflection measurements at many rail positions simultaneously. The advantage is that it tends to average over a length of rail rather than just rely on one point.

The third method applies the load using two or three axle bogies on rail vehicles. This is the most convenient method for applying the load, but the interpretation of the data relies on a potentially involved wheel load superposition analysis. Kerr (Ref. 5.5) proposed a method for this analysis. The disadvantage of his method is that it references the loaded deflection to the unloaded deflection and hence incorporates slack, whereas the first two methods permit referencing a seating load deflection. This method, however, can be extended to use heavy axle loads referenced to light axle loads as shown by El-Sharkawi (Ref. 5.6).

Table 5.1 Comparison of track response model inputs

Input Parameter	BOEF	GEO-TRACK	ILLI-TRACK	KEN-TRACK
GENERAL:				
Maximum number of layers below sleeper		5	6	6
Consider sleeper-ballast separation?	no	optional	NR	NR
Type of analysis: longitudinal or transverse		NR	X	NR
Total section depth		NR	X	NR
MATERIAL DATA REQUIRED FOR EACH LAYER:				
Layer thickness		X	X	X
Young's modulus / Poisson's ratio		X	X	X
Unit weight		X		NL
Coefficient of lateral earth pressure		X		NL
Coefficient for stress dependent modulus calculation		X	X	NL
Arc failure criteria used?	no	NR	optional	optional
Angle of distribution for finite element calculations		NR	X	NR
Track modulus	X			
SLEEPER DATA:				
Length / width		X	X	X
Thickness			X	X
Spacing	X	X	X	X
Young's modulus		X	X	X
Poisson's ratio			X	
Moment of inertia		X	X	X
Unit weight		X		NL
Cross sectional area		X		
Effective tie bearing length		NR	X	NR
Number of segments along sleeper		X		X
Sleeper spring constant			X	
Can nonstandard cross-sections be considered?	no	no	no	yes
Location of rail on sleeper		X		X
RAIL DATA:				
Weight per unit length		X		X
Cross-sectional area		X		
Young's modulus	X	X	X	X
Moment of inertia	X	X	X	X
Section modulus				X
Gage		X		
Rail fastener stiffness		X		X
LOADING CONDITIONS:				
Number of loads	unlimited	max. 4	not given	max. 25
Load locations	X	X	X	X
Wheel load magnitude	X	X	X	X
Specified deflection (input instead of load)			optional	

Note: X = Input is required; NR = Input not required - program automatically considers; Optional = Input is optional depending on computations and output desired; NL = Input required only for nonlinear analysis.

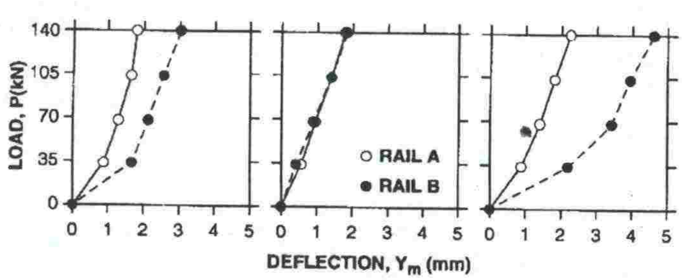


Fig. 5.4 Vertical track load-deflection measurements

Examples of vertical load-deflection measurements using the single point load test are shown in Fig. 5.4. The curves are highly nonlinear, with the degree of nonlinearity generally increasing with track settlement under traffic. This shows the importance of the choice of load levels in determining track modulus.

5.2. Computer Models

A number of computer models have been developed for the track structure under vertical wheel load which include separate components representing the rails, the fasteners, the sleepers and the substructure layers. Thus they overcome a major limitation of the beam-on-elastic- foundation model. Some of these models have been superceded by more recent models. Others are not readily available, or are too expensive to use in general. Three models will be discussed in this section which represent a variety of options for design and analysis of track with special attention to the substructure influence. These models are ILLITRACK, GEOTRACK and KENTRACK. A comparison of the basic features of these three models with those of the beam on elastic foundation (BOEF) model are given in Table 5.1 which is adapted from Ref. 5.10.

5.2.1. ILLITRACK

A finite element model, ILLITRACK, was developed at the University of Illinois (Ref. 5.7). It is not a three-dimensional model. It consists of two two-dimensional models, one transverse and the other longitudinal (Fig. 5.5), employing output from the longitudinal model as input to the transverse model. In this manner, a three-dimensional effect is obtained with much less computer cost than with a three-dimensional model. Nonlinear properties for the material are obtained in the laboratory from repeated load triaxial tests. An incremental load technique is employed to effect a solution. Explicit failure criteria were developed for the ballast, subballast and subgrade materials. However, the model does not prevent tension from being developed between the sleeper and the rail.

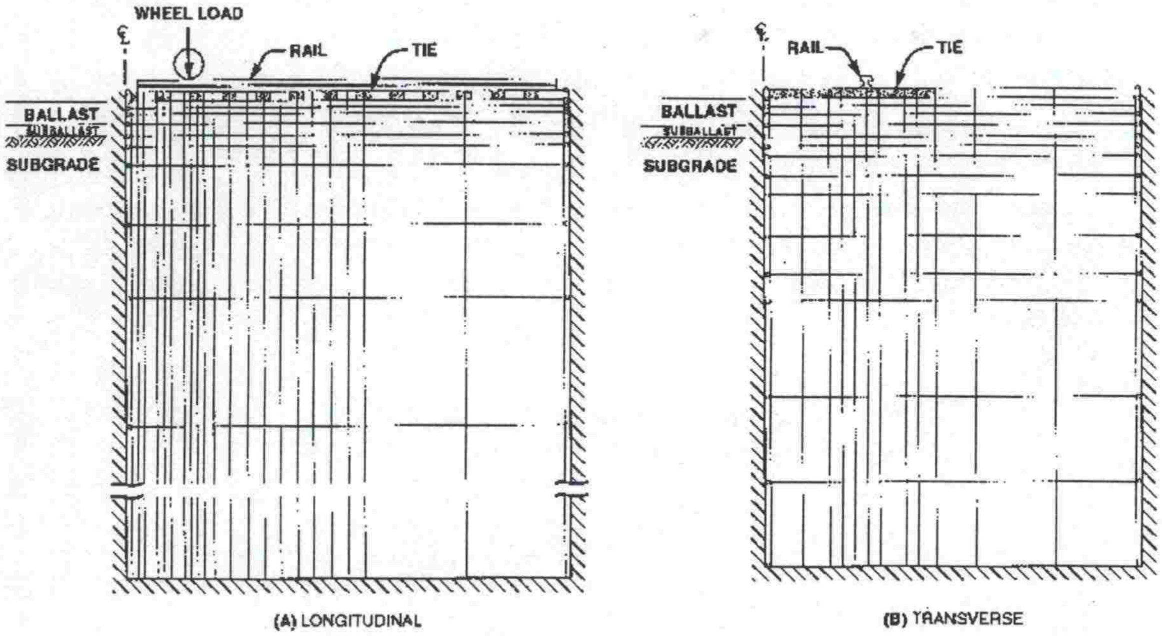


Fig. 5.5 *Longitudinal and transverse two-dimensional finite element meshes*

The main advantage of this model is its ability to vary the properties of the substructure in the longitudinal and transverse directions. The main disadvantage is that it is only a two-dimensional approximation to the actual three-dimensional problem.

5.2.2. GEOTRACK

Based on an evaluation of previously existing models (Ref. 5.8) a model, GEOTRACK, was developed (Ref. 5.9) which was intended to contain the minimum required features at a reasonable computer cost. This model permits calculation of track deflection and track modulus as a function of 1) axle load, 2) properties of the rails and sleepers, 3) properties of the ballast and underlying layers, and 4) geometry, including sleeper spacing and layer thicknesses. The model also provides an estimate of the stresses and deformations in the ballast, subballast and subgrade layers as a function of the same variables. The values of these parameters are needed for studying the behavior of the ballast and subgrade in track, and for predicting the permanent deformation of track by methods to be described in a later section.

Concurrently with the computer model development, field measurements of resilient response were obtained in the ballast and subgrade at the research track in Pueblo, Colorado, known as the Facility for Accelerated Service Testing (FAST). These measurements have provided insights into track dynamic response, as well as data for evaluating the GEOTRACK model.

All of the existing data of this type for FAST have been compiled and statistically analyzed. The findings are presented in a later section along with the important trends.

Also, the field results are compared with calculated values from the GEOTRACK model. Finally the effects of variations in the track structure parameters on track response are illustrated with results from GEOTRACK.

The GEOTRACK computer program is a three-dimensional, multi-layer model for determining the elastic response of the track structure, using stress-dependent properties for the ballast, subballast and subgrade materials. The output of the program provides rail seat load, sleeper-ballast reactions, sleeper and rail deflections, and sleeper and rail bending moments. In addition, the output provides vertical displacement and the complete three-dimensional stress states at selected locations in the ballast, subballast and subgrade.

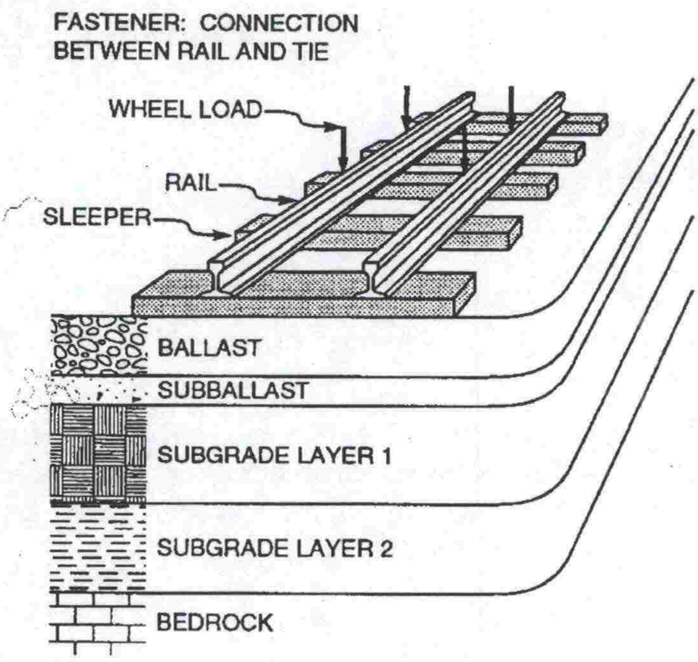


Fig. 5.6 Configuration of GEOTRACK

The components of the track contained in the model structure are shown in Fig. 5.6. The rails are represented as linear elastic beams with a support at each sleeper. The rails span eleven sleepers and are free to rotate at the ends and at each sleeper. Each connection between the rails and sleepers is represented by a linear spring. The sleepers are represented as linear elastic beams supported at ten equally-spaced locations on the underlying ballast. The individual sleeper-ballast reactions are applied to the ballast surface over circular areas, whose sizes are related to the sleeper dimensions.

The ballast, subballast and underlying subgrade soil are represented as a set of up to five linear elastic layers of infinite horizontal extent. The bottom layer extends to infinite depth. Each layer has a separate Young's modulus of elasticity and Poisson's ratio. No slip is permitted at the layer interfaces.

The model only allows a vertical component of wheel load. For single axle loading, the wheel load is placed directly over the center sleeper of the eleven-sleeper track structure. For multiple axle loads, the single axle solution is shifted to each additional axle location and combined algebraically with the center sleeper single axle solution.

In general, the axle spacings will not be integer multiples of the sleeper spacing, and thus the axles will not all be located over the center of sleepers. However, as an approximation either the axles are located at the center of the sleepers nearest to the actual locations or an axle load is subdivided into two parts which are assigned to adjacent sleepers. Because the sleeper spacings are small relative to the axle spacings, and the rails are sufficiently stiff, the error caused by this approximation is not of practical importance.

Since the model treats each iteration as a linear elastic problem, unequal axle loads can be accommodated by multiplication of the single axle solution by the appropriate ratio of wheel loads prior to the summations.

The rail and sleeper weights have been included in the GEOTRACK program for two purposes. The first involves the consideration of sleeper-ballast separation. Depending upon the loading and foundation support conditions, the calculated sleeper-ballast reactions acting at locations four to six sleepers away from the loaded sleeper in the single axle case can be negative, indicating an upward incremental tensile force on the ballast which is not physically permissible. Thus, for single axle cases the program contains an option that limits the maximum incremental tensile force allowed on any sleeper segment to the portion of the static weight of sleeper and rail that acts on that sleeper segment. The program version described in Ref. 5.9 limited the tensile force to zero and, hence, neglected the rail and sleeper weights. The consequence was that the rails and sleepers separated from the ballast within a short distance from the loaded sleeper.

In the current GEOTRACK model, the static sleeper weights are distributed equally to each sleeper segment. The rail weights associated with each sleeper are distributed to the sleeper segments in inverse proportion to the distance from the center of the sleeper segment to the rail location.

The computer program solves the structural load distributions and compares the calculated sleeper-ballast reactions with the limiting static weights at each segment.

Successive corrections to the loads are made and the calculations repeated until the tensile forces are equal to these limiting values.

The second use of the sleeper and rail weights is in the calculation of the soil stress states. Each layer in the GEOTRACK model is characterized as an elastic material with a stress-state-dependent resilient modulus, E_r. The magnitude of the modulus is defined by the stress state in each layer.

To determine the stress state, the static sleeper and rail weights previously described are converted to surcharge pressures acting at the surface of the ballast layer. The geostatic vertical stress is determined by summing the products of layer unit weights and depths from the bottom of the sleeper to a selected point within each layer, usually in and depths from vertical stress is determined by summing the products of layer unit weights the middle. The geostatic vertical stress is then added to the surcharge pressure. The vertical stress multiplied by K, which is the assumed coefficient of lateral total earth pressure in each layer, gives the unloaded horizontal stress for the layer. These unloaded stresses are then added to the incremental stresses predicted with the GEOTRACK program to get the stresses in the loaded state.

These stresses are then used to calculate the resilient moduli using relationships derived from experiments. The layer moduli are updated after each successive iteration of stress calculation, and the calculations repeated until convergence is achieved between calculated stresses and corresponding resilient moduli. Generally, three iterations are sufficient for reasonable moduli convergence.

5.2.3. KENTRACK

KENTRACK (Ref. 5.11) is similar to GEOTRACK and has been shown (Ref. 5.10) to give the same results when the calculation input conditions are the same. It uses the same multi elastic layer theory for the substructure as GEOTRACK. However, KENTRACK uses a finite element model for the sleepers which permits a variation of the sleeper cross section properties. KENTRACK also permits the use of more vertical rail forces.

Although this model was developed specifically for track structures having a hot-mix asphalt underlayment between the ballast and subgrade, the model is versatile enough to be applied to the design and/or analysis of conventional ballast track or concrete slab track with either wood or concrete sleepers. Two types of failure criteria have been included in KENTRACK. The first is the maximum vertical compressive stress or strain in a specified layer (ballast or subgrade) to control permanent deformation. The second is the maximum horizontal tensile strain in the bottom of the asphalt layer (if present) to control fatigue cracking. A detailed description of the model may be found in Ref. 5.12 which serves as a user's guide for the model.

5.3. Resilient Track Response

5.3.1. Field Conditions

An extensive track substructure response measurement program was conducted at the FAST track in Pueblo, Colorado. Included were strains in the ballast and subballast, vertical stress at the subballast-subgrade interface, and vertical deformation of the subgrade surface relative to an anchor point approximately 3050 mm (10 ft) below this surface. A typical layout is shown in Fig. 5.7. The strain measurement instrumentation is described in detail in Ref. 5.13.

The sets of different conditions for the instrumented track sections are listed in Table 5.2A. The instrumented sections contained wood and concrete sleepers, ballast nominal depths ranging from 380 to 530 mm (15 to 21 in.), and several types of ballast. The subballast in each set was a 150-mm (6-in.) layer of compacted well-graded gravelly sand. The subgrade was a silty fine to medium sand, designated as SM in the Unified Soil Classification System, and A-1 to A-4 in the AASHTO System.

The measured results for the period from the time of construction through 1558 GN (175 million gross ton or MGT) of accumulated train traffic are given in Refs. 5.14 and 5.15. Subsequently, observations have been obtained at intervals up to 300 MGT (2670 GN) of traffic (Ref. 5.16).

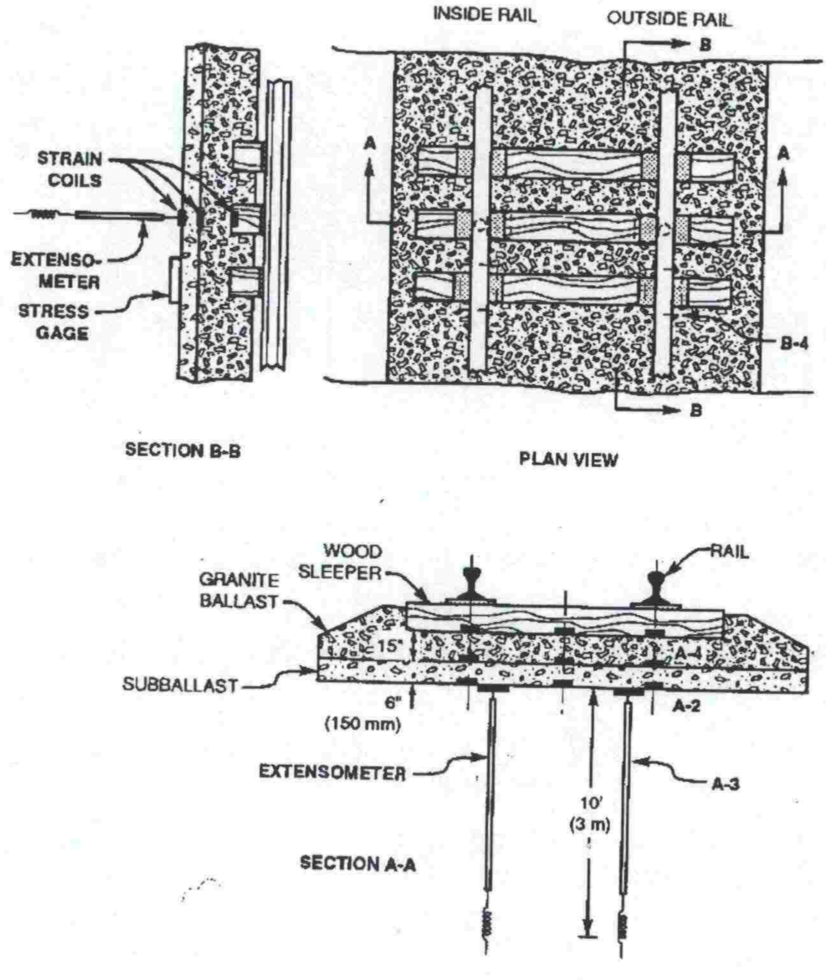


Fig. 5.7 Instrumentation arrangement for FAST track

A section of FAST track was reconstructed in 1979, and new instrumentation installed (Refs. 5.17 and 5.18). The track conditions are given in Table 5.2B. For the rebuild, the old ballast and subballast were removed and replaced with new ballast. Thus, a subballast layer was not included in the new section.

Table 5.2 FAST track section conditions

		Variable Track Parameters					
Track Section	Track Geometry	Ballast Type	Ballast Depth in.	mm	Sleeper Type	Sleeper Spacing in.	mm
A) Original Track							
17C	Curved	Granite	15	380	Concrete	24.0	610
17E	Tangent	Granite	15	380	Concrete	24.0	610
18A	Tangent	Granite	21	530	Wood	19.5	495
18B	Tangent	Granite	15	380	Wood	19.5	495
20B	Tangent	Limestone	15	380	Wood	19.5	495
20G	Tangent	Traprock	15	380	Wood	19.5	495
B Reconstructed Track							
22A	Tangent	Traprock	15	380	Wood	19.5	495
22B	Tangent	Traprock	5	380	Concrete	24.0	610

5.3.2. Example of Response

A set of initial dynamic measurements obtained after gage installation is shown in Fig. 5.8 to illustrate the elastic response when a three-car train passed slowly over the instrumented wood sleeper section. Among the observations from these records are the following:

1) The permanent strain and deformation from one pass of the train were negligible compared to the elastic components.

2) The 119 metric ton (131-ton) hopper cars produced larger response than the 119 metric ton (131-ton) locomotive, because of the higher axle loads.

3) The variation in stress, strain or deformation as each individual axle in a group passes over the gage is small compared to the group average, indicating that the rail is distributing the axle loads over distances exceeding the axle spacing.

4) The vertical strain in the ballast is mostly negative (extension) beneath the center of the sleeper at the centerline of the track. The extension and compression strains beneath this point in the subballast are approximately equal.

5) The subgrade deflection was always downward relative to the unloaded track position, and the subballast strains beneath the rail were essentially only compressive.

6) The ballast strains were extensional at the midpoint of the cars as a result of spring-up of the rail. However, part of this extension could be a result of lifting of the sleeper from

the ballast because the top part of the strain gage was attached to the sleeper rather than to the ballast surface.

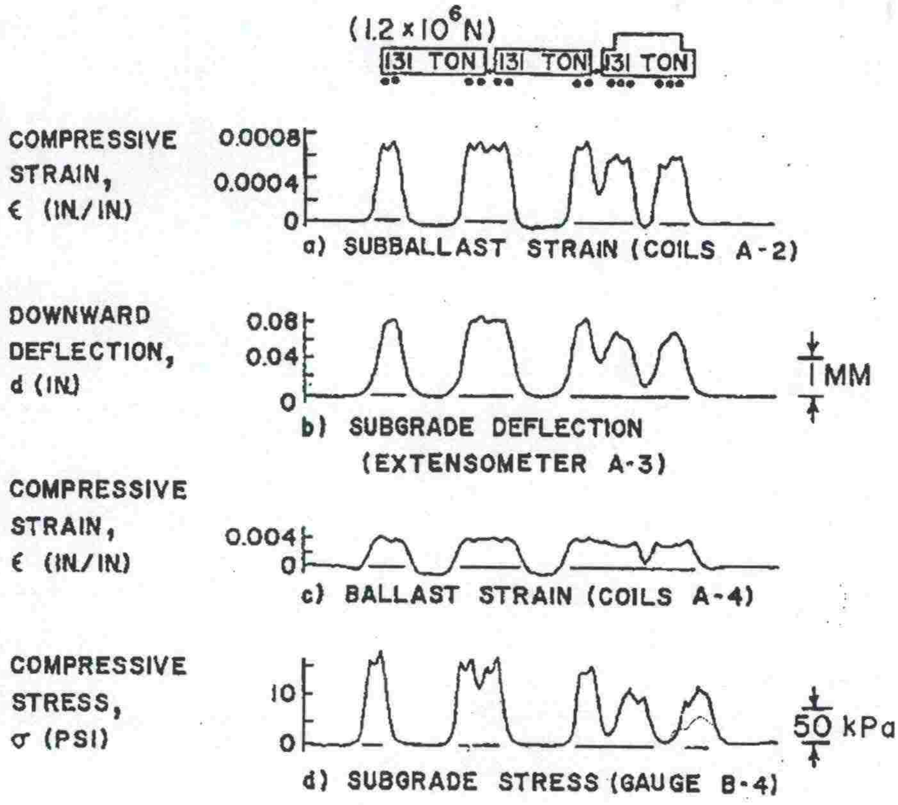


Fig. 5.8 Dynamic measurements at locations in Fig. 5.7

5.3.3. Statistical Results

Periodically, as train traffic accumulated on the test track, dynamic response from the moving trains was measured with the installed instruments. The available peak resilient values from the same magnitude wheel load were recorded and averaged at each instrument location. The measurements at individual instrument locations within a particular track section contained little variability, i.e., replicate measurements for any individual instrument were quite consistent. This analysis did show, however, that although the track properties in each section were nominally the same, large variability was present among the instrument responses at different locations within the same track section. When the analysis showed that there were no significant differences in the mean track section responses, the pooled averages and standard deviations of those groups with similar responses were calculated. These pooled values are given in Table 5.3.

Table 5.3 Pooled average track response statistics

Sleeper type	Standard Deviation	Wheel Load	Measurement	Mean	
			lb.		kN
	Concrete	32900	146	Ballast strain	
	0.001070.00101				
		24000	107		
	0.000740.00071				
		14000	62		
	0.000750.00060				
	Wood	32900	146	Ballast strain	
	0.004810.00178				
		24000	107		
	0.005550.00296				
		14000	62		
	0.004680.00185				
	All	32900	146	Subballast strain	
	0.000580.00043				
		24000	107		
	0.000480.00018				
		14000	62		
	0.000420.00019				
	Concrete	32900	146	Subgrade stress,	70
(10.1)	4.8 (0.7)				
		24000	107	kPa (psi)	56
(8.1)	5.2 (0.8)				
		14000	62		47
(6.8)	17.7 (2.6)				
	Wood	32900	146	Subgrade stress,	39
(5.7)	11.4 (1.7)				
		24000	107	kPa (psi)	28
(4.0)	7.6 (1.1)				

		14000	62		26
(3.8)	18.9 (2.8)				
	All	32900	146	Subgrade	0.84
(0.033)	0.17 (0.007)				
		24000	107	deflection,	
	0.73(0.029)0.19 (0.008)				
		14000	62	mm (in.)	0.64
(0.025)	0.30 (0.012)				

A comparison of the mean responses of all of the track sections indicated that there were no significant differences between the ballast strains measured in any of the wood sleeper sections independent of ballast type or depth. The ballast strains measured in the concrete sleeper sections were generally an order of magnitude less than those in the wood sleeper sections for all wheel loads. A possible explanation for these large differences between the wood and concrete sleeper sections is the effect of sleeper seating in the wood sleeper section. The upper inductance coils of the ballast strain sensors were attached to the wood sleepers. Any sleeper spring-up when the track was unloaded, which caused a gap between sleepers and ballast, would lead to an apparent strain in the ballast under wheel loading. The coils in the concrete sleeper sections were not attached to the sleepers, but instead rested directly on the ballast surface, thus eliminating the possiblity of this type of systematic measurement error. The analysis of the resilient subballast strains indicated no significant differences between the mean responses from all of the track sections. The same results were found for the resilient subgrade deflections. Although the magnitude of strain and deflection response increased with wheel load increase, the trends between track sections did not change.

The subgrade stresses were measured only in track sections 17E (concrete sleepers) and 18B (wood sleepers). A comparison of these results was made to evaluate the effect of sleeper type on resilient stress response. The analysis of the data indicated that there were significant differences between the subgrade stresses measured in the wood and concrete sleeper track sections. The concrete sections produced resilient subgrade stresses which were higher than those in the wood sleeper sections for the range of wheel loads monitored.

5.3.4. GEOTRACK Parameters

The material parameters for the rails, sleepers and fasteners representing the FAST track conditions are given in Table 5.4. The track geometries, ballast layer thicknesses, and sleeper spacings are given in Table 5.2. The ballast, subballast, and subgrade resilient moduli formulations for the FAST track from Refs. 5.19, 5.20 and 5.21, respectively, are given in Table 5.5 together with assumed Poisson's ratios, assumed coefficients of lateral total earth pressure at rest, K, and measured unit weights (Ref. 5.22) for these same materials.

Table 5.4 Sleeper, rail and fastener properties

A) SLEEPER			
Variable	Units	Wood	Concrete
Spacing	in. (mm)	19.5 (495)	24 (610)
Length	ft (m)	8.5 (2.6)	8.5 (2.6)
Width	in. (mm)	9.0 (229)	10.8 (274)
Cross-sectional area	$in.^2$ (mm^2)	63.0 (40600)	86.6 (55900)
Weight	lb (N)	250 (1110)	850 (3780)
Young's modulus	psi (kPa)	1.5×10^6 (10.3×10^6)	3.0×10^6 (20.7×10^6)
Moment of inertia, I_x	$in.^4$ (cm^4)	257 (10700)	582 (24200)

B) RAIL (CONTINUOUS WELDED)		
Variable	Units	Value
Spacing	in. (mm)	59.3 (1510)
Cross-sectional area	$in.^2$ (mm^2)	13.4 (8650)
Weight per unit length	lb/yd (N/m)	136 (662)
Young's modulus	psi (kPa)	30×10^6 (207×10^6)
Moment of inertia	$in.^4$ (cm^4)	94.9 (3950)

C) FASTENER		
Variable	Units	Value
Stiffness	lb/in. (MN/m)	7×10^6 (1230)

Table 5.5 Soil parameters for GEOTRACK predictions

Soil Layer	Resilient Modulus, E_r	Modulus Coefficients K_1	Modulus Coefficients K_2	Poisson's Ratio, ν	Earth Pressure Coefficient, K	Unit weight lb/cu ft	Unit weight Mg/m^3
Ballast	$E_r = K_1 + K_2(\theta)$	22685*	425*	0.3	1.0	106	1.70
Subballast	$E_r = K_1 P_a (\frac{\theta}{P_a})^{K_2}$	940.8	0.69	0.4	0.75	144	2.30
Subgrade	$E_r = K_1 P_a (\frac{\theta}{P_a})^{K_2}$	877	1.1	0.4	0.75	112	1.79

* for E_r in psi   Note: θ = bulk stress, P_a = atmospheric pressure

Parametric studies with the GEOTRACK model have shown that the predicted elastic response of the track structure was relatively insensitive to variations in ballast type, i.e., limestone, traprock or granite. The statistical analysis of the FAST field measurements (Ref. 5.23) also showed that differences in response due to ballast type could not be detected. For these reasons, the material properties for granite ballast were used in all of the computer calculations for comparisons of measured and predicted elastic track responses.

Figure 5.9 shows the idealized soil layers used in the GEOTRACK model to represent the FAST track conditions for 380 mm (15 in.) and 530 mm (21 in.) ballast depths.

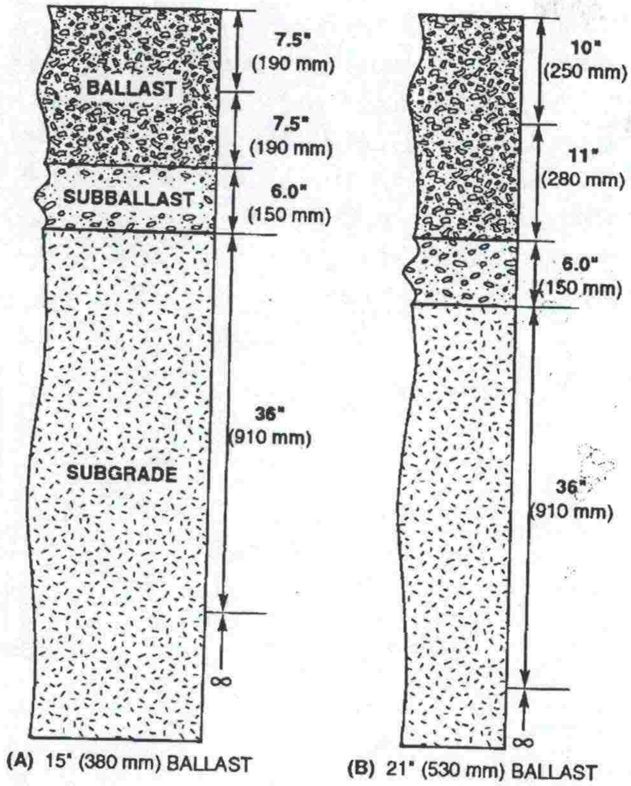


Fig. 5.9 Soil layers for GEOTRACK analysis

The loading conditions analyzed using the GEOTRACK computer model involved four axles, with equal wheel loads of either 22, 45, 89, or 146 kN (5000, 10000, 20000 or 32900 lb.). The axle spacings of 1490 to 1980 mm (59 to 78 in.) are representative of the wheel trucks and wheel truck coupling distances found on typical rolling stock.

To indicate the relative layer stiffnesses, the resilient moduli values determined from the final iteration of GEOTRACK are given in Tables 5.6, 5.7, and 5.8 for the various track conditions, soil layers, and wheel loads used for the comparisons between measured and predicted resilient responses. These moduli were based on the weighted average bulk stresses at the midpoints of the corresponding layers or sublayers. For the underlying infinite depth subgrade layer, the bulk stresses were arbitrarily selected at about 0.6 m (2 feet) below the top of this layer.

5.3.5. *Comparison of Measurements and Predictions*

The measured average values are shown in Figs. 5.10 and 5.11 as triangles or circles. The 95% confidence interval above and below each average is shown as a vertical line. The results from the GEOTRACK model are shown as solid curved lines. The measured strains for sections with wood sleepers were much larger than the corresponding strains in concrete sleeper sections for all wheel loads. A possible explanation for the differences in measured ballast strains in concrete and wood sleeper sections is the sleeper seating effect in the wood sleeper sections, as previously discussed. The magnitude of the measured strains for both track sections generally increased as wheel load increased, roughly parallel to the predicted strain curve shown on Fig. 5.10a. The single predicted ballast strain curve shown represents wood and concrete sleeper sections having a 380 mm (15 in.) ballast depth and wood sleeper sections having a 530 mm (21 in.) ballast depth. Although the GEOTRACK model did show differences in ballast strains for these three cases, the differences were very small and much less than the 95% confidence limits of the measured response. The ballast strains measured in the concrete sleeper sections tend to be in general agreement with those predicted by the computer model, while the measured wood sleeper strains are much higher than predicted.

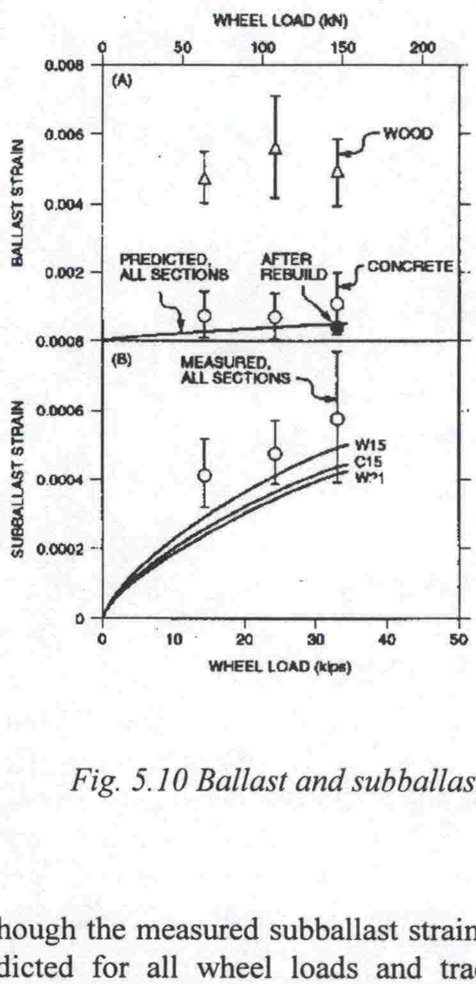


Fig. 5.10 Ballast and subballast strains

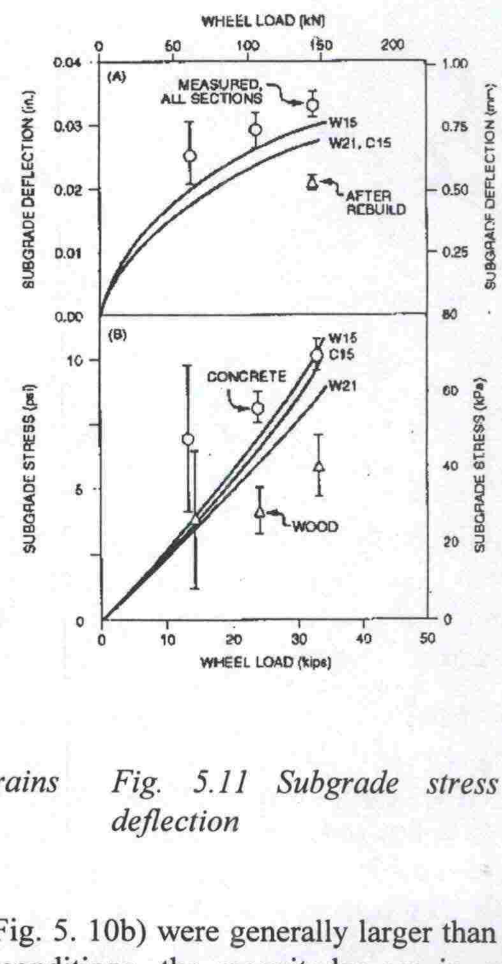


Fig. 5.11 Subgrade stress and deflection

Although the measured subballast strains (Fig. 5. 10b) were generally larger than those predicted for all wheel loads and track conditions, the magnitudes are in general agreement. The predictions show that the subballast strains increase at a decreasing rate as the wheel load increases. The predictions also show that as ballast depth increases, the subballast strains decrease, and that wood sleeper sections produce larger subballast strains than concrete sleeper sections. Although the statistical analysis showed that there were no significant differences in the measured subballast strain caused by varying track conditions compared to the variability of the field measurements, the measurements actually show the same trend as that predicted by the model. For example, the average subballast strains for the wood sleeper sections with 380 mm (15 in.) ballast (W15) were actually larger than those measured in concrete sleeper sections with 380 mm (15 in.) ballast (C15). Also, the average measured subballast strains in track sections having wood sleepers with 530 mm (21 in.) ballast depth (W21) were the smallest, just as predicted by GEOTRACK. This suggests that there may actually be differences in subballast strains between the track sections, but that detection of such small differences is limited by existing field variability.

The predicted values of subgrade deflection (Fig. 5.lla) were obtained by taking the differences between the calculated vertical deflections at the subgrade surface and the vertical deflections 3.05 m (10 feet) below the subgrade surface. This corresponds to the locations of the reference anchors on the extensometers used for the field measurements. The predicted subgrade deflections increased at a decreasing rate as the wheel load increased. The measured results are consistent with this trend. The subgrade deflections at FAST would be expected to show a marked decrease in magnitude for wheel loads below 44.5 kN (10000 lb.), but field data were not available for these low service loads. The measured subgrade deflections were generally 10 to 15 percent larger than those predicted by the GEOTRACK model. The predictions show that subgrade deflections decrease as ballast depth increases for wood sleeper sections, and that wood sleeper sections having a 530 m (21 in.) ballast depth result in subgrade deflections of the same magnitude as concrete sleeper sections with a 380 mm (15 in.) ballast depth.

The measured values of resilient subgrade vertical stresses (Fig. 5.11b) were obtained only for one concrete and wood sleeper section, each having 380 mm (15 in.) ballast depth. Unlike the strains and deflections, the subgrade stresses increase at a slightly increasing rate as the wheel load increases. The reason could be a result of the ballast stiffness increase with total wheel load (Tables 5.6, 5.7 and 5.8).

Although the stress measurements at any particular MGT level were quite variable in both wood and concrete sleeper sections, the average of these field measurements over traffic levels from 27 to 2670 GN (3 to 300 MGT) did show that the concrete sleeper sections resulted in higher vertical stresses than the wood sleeper sections. However, the GEOTRACK model results do not show this trend. The difference between the concrete sleeper and wood sleeper measurements may have been caused by differences in sleeper support conditions which would be amplified by the differences in sleeper stiffnesses. Since the GEOTRACK model considers homogeneous isotropic layers supporting the track bed, variations in the sleeper support conditions such as centerbinding cannot be taken into account.

Of the factors considered for the GEOTRACK predictions, ballast depth has the largest effect upon subgrade stresses. As shown in Fig. 5.1lb for wood sleeper sections, the subgrade stresses tend to decrease as ballast depth increases. Field data were not available from FAST to validate this conclusion, but Ref. 10.16 confirms this trend.

Table 5.6 GEOTRACK parameters and soil moduli for FAST comparisons-- Part A

Conditions: wood sleeper with 19.5 in. (495 mm) spacing; 15 in. (380 mm) ballast depth; 4-axle superposition.

Soil Layer	Subdivided Layer Depth		Wheel Load		Soil Modulus, E_r	
	in.	mm	lb	kN	psi	MPa
Ballast	7.5	190	5000	22.3	25900	178
			10000	44.5	28250	195
			20000	89.0	33200	229
			32090	142.8	39750	274
	7.5	190	5000	22.3	24850	171
			10000	44.5	25850	178
			20000	89.0	28150	194
			32090	142.8	31500	217
Subballast	6.0	152	5000	22.3	7650	53
			10000	44.5	9550	66
			20000	89.0	13250	91
			32090	142.8	17850	123
Subgrade	36.0	914	5000	22.3	4500	31
			10000	44.5	6100	42
			20000	89.0	9850	68
			32090	142.8	15350	106
	∞		5000	22.3	10200	70
			10000	44.5	11300	78
			20000	89.0	13550	93
			32090	142.8	16600	114

Table 5.7 GEOTRACK parameters and soil moduli for FAST comparisons -Part B

Conditions: wood sleeper with 19.5 in. (495 mm) spacing; 21 in. (533 mm) ballast depth; 4-axle superposition.

Soil Layer	Subdivided Layer Depth		Wheel Load		Soil Modulus, Er	
	in.	mm	lb	kN	psi	MPa
Ballast	10.0	254	5000	22.3	25750	177
			10000	44.5	27900	192
			20000	89.0	32200	222
			32090	142.8	37850	261
	11.0	279	5000	22.3	25100	173
			10000	44.5	25950	179
			20000	89.0	27900	192
			32090	142.8	30650	211
Subballast	6.0	152	5000	22.3	8200	56
			10000	44.5	9850	68
			20000	89.0	13100	90
			32090	142.8	17100	118
Subgrade	36.0	914	5000	22.3	5150	35
			10000	44.5	6700	46
			20000	89.0	10200	70
			32090	142.8	15250	105
	∞		5000	22.3	11200	77
			10000	44.5	12300	85
			20000	89.0	14450	100
			32090	142.8	17350	120

Table 5.8 GEOTRACK parameters and soil moduli for FAST comparisons - Part C

Conditions: concrete sleeper with 24 in. (610 mm) spacing; 15 in. (380 mm) ballast depth; 4-axle superposition

Soil Layer	Subdivided Layer Depth		Wheel Load		Soil Modulus, E_r	
	in.	mm	lb	kN	psi	MPa
Ballast	7.5	190	32090	142.8	40400	278
	7.5	190			31900	220
Subballast	6.0	152			18250	126
Subgrade	36.0	914			17000	117
	∞				19050	131

FAST test section 22 was rebuilt and instrumented in 1979, after approximately 3800 GN (425 MGT) of traffic. Details of the rebuilding procedure and instrumentation plan can be found in Refs. 5.17 and 5.18. The rebuild involved removal of the track structure, followed by excavation of the ballast and subballast layers and the top of the subgrade. The exposed subgrade surface was wetted and compacted with a vibratory roller, using sufficient roller coverages to obtain field dry densities equivalent to 95% of the maximum dry densities obtained from modified compaction test ASTM D1557. No subballast was added; instead, the ballast was placed directly on the subgrade.

Prior to placing the ballast, extensometers were installed in holes drilled into the prepared subgrade at locations to be subsequently below rail seats. The extensometer casings were 3.05 m (10 feet) long sections of continuous PVC pipe, grouted into the subgrade at the bottom anchor. The top of the extensometer was located at the subgrade surface.

Inductance coils like those used in sections 17, 18, and 20 were installed in pairs to measure the total vertical ballast strains beneath the rail seats. The bottom coil in each pair was placed on the subgrade surface before the ballast was added. The top coil was placed on the ballast surface beneath the sleeper, but not attached to the sleeper.

Stress cells installed in the subgrade surface provided measurement of resilient vertical stress under the rail seats and under the sleeper centers.

The predictions in Figs. 5.10 and 5.11 were based on sections 17, 18, and 20 which had 380 to 530 m (15 to 21 in.) of ballast with 15 cm (6 in.) of subballast. The new section 22 had only 380 mm (15 in.) of ballast. Nevertheless, a comparison of the resilient measurements from section 22 with the predictions will help assess the validity of the computer model.

Measurements of resilient ballast strains in both wood and concrete sleeper sections following the FAST rebuild have been obtained for up to 1200 GN (135 MGT) of additional traffic. The new data from both wood and concrete sleeper sections were not significantly different. Hence the averaged resilient ballast strain value for both sections for heavy car wheel loads is shown as a solid circle on Fig. 5.10a. The rebuild data showed much less variability between the measured responses, resulting in a very narrow confidence interval (not shown) for the mean response. The close agreement between the rebuild data and the predicted response supports the contention that sleeper lift-up and sleeper-ballast gap closure was the cause of the large ballast strains measured in the wood sleeper sections during the previous FAST experiments, where the upper coils were attached to the sleepers. The stress gages at the subgrade surface were too few and showed too large a variability for quantitative interpretation. However, the wood and concrete sections appeared to have about the same magnitude of subgrade stress, with values that tended to be equal to, or higher than, those in Fig. 5.llb. A higher subgrade stress would be expected because section 22 had a 380 mm (15 in.) depth from sleeper to subgrade, whereas sections 17, 18, and 20 had 530 to 690 mm (21 to 27 in.) depths, which included subballast layers.

The resilient subgrade deflection readings for the rebuilt section were analyzed for 146 kN (32900lb) wheel loadings. There were no significant differences between the responses of the wood and concrete sleeper sections. These findings are consistent with the measurements obtained in sections 17, 18, and 20. The pooled average and 95% confidence limits for the dynamic subgrade deflections in section 22 after the rebuild are shown in Fig. 5.11a. The rebuild readings were on the order of 60 to 70% of the previous values. Field borings indicated that the subgrade in the rebuilt sections was considerably stiffer than the initial conditions in FAST sections 17, 18, and 20.

5.4. GEOTRACK Parametric Comparisons

In order to investigate the sensitivity of the GEOTRACK model to the main track variables, a parametric study was done. Table 5.9 gives the fixed and variable track properties that were used for the comparisons. The nominal case is representative of a mainline wood sleeper track. No stress-dependent moduli formulations and soil properties were used for these comparative cases, since program iterations with stress-dependent moduli would have led to changes in soil moduli as the other variables were changed. For all cases, a single wheel load of 146 kN (32900 lb.) was used. The main responses studied were rail seat load, vertical displacements of sleepers and soil layers, vertical stresses at the ballast and subgrade surfaces, and track modulus.

Table 5.9 Fixed and variable track properties for single axle parametric study

A) FIXED PARAMETERS				
Parameter	Value			
Number of layers	2			
Subgrade modulus, MPa (psi)	55 (8000)			
Subgrade Poisson's ratio	0.4			
Rail cross-sectional area, mm^2 (in.^{2})	86.5 (13.4)			
Rail Young's modulus, kPa (psi)	207×10^6 (30×10^6)			
Sleeper length, mm (in.)	2590 (102)			
Sleeper width mm (in.)	229 (9)			
Wheel load, kN (lb)	142 (32000)			
B) VARIABLE PARAMETERS				
Parameter	Nominal Value	Values used holding all other parameters at nominal value		
Ballast Young's modulus, MPa (psi)	310 (45000)	55 (8000)	689 (100000)	
Ballast depth, mm (in.)	305 (12)	152 (6)	610 (24)	
Ballast Poisson's ratio	0.3	0.1	0.49	
Sleeper spacing, mm (in.)	495 (19.5)	254 (10)	610 (24)	914 (36)
Sleeper moment of inertia, cm^4 (in.^{4})	10700 (257)	24200 (582)		
Sleeper Young's modulus, kPA (psi)	10.3×10^6 (1.5×10^6)	3.4×10^6 (0.5×10^6)	20.7×10^6 (3×10^6)	
Rail moment of inertia, cm^4 (in.^{4})	3950 (94.9)	1610 (38.7)	2080 (50)	6240 (150)
Rail fastener stiffness, MN/m (lb/in.)	1230 (7×10^6)	18 (0.1×10^6)	879 (0.5×10^6)	176 (1×10^6)

The vertical soil displacement predicted at locations beneath the rail seat, using the nominal track parameters, is shown in Fig. 5.12. The displacement decreases with increasing depth, but even at 2.03 m (80 in.), the vertical deformation accounts for 50% of the total surface deformation.

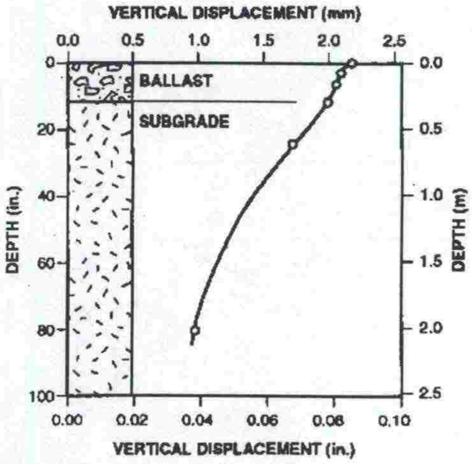


Fig. 5.12 Vertical displacement with depth

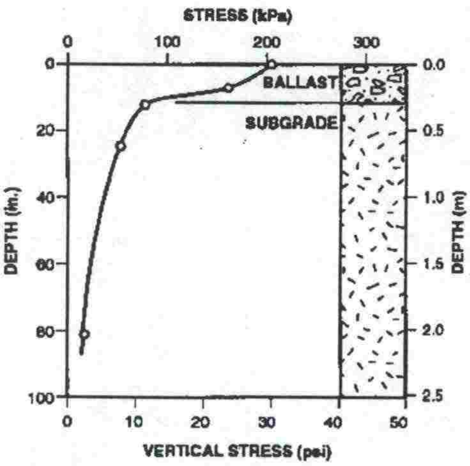


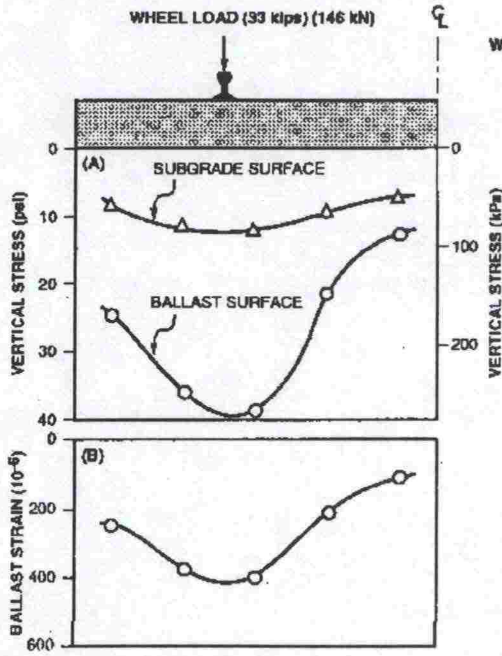
Fig. 5.13 Vertical stress with depth

The vertical stress from the wheel load directly below the rail seat is shown in Fig. 5.13 for the nominal case. The stress attenuation with depth is much more rapid than the displacement. The GEOTRACK model indicates a sharp reduction in vertical stress at the subgrade interface, attributable to the stiffer ballast layer overlying a softer subgrade.

The horizontal variations of vertical stresses at the ballast and subgrade surfaces beneath the loaded sleeper are shown in Fig. 5.14a for the nominal case. These stresses are highest beneath the rail seat. At the ballast-subgrade interface, the stresses are small but more uniform than at the ballast surface.

Vertical ballast strains for the nominal case with a 300 mm (12 in.) ballast depth are shown in Fig. 5.14b. The strain pattern under the loaded sleeper follows the stress distribution pattern, with the largest strains occurring beneath the rail seat.

The distribution of the applied wheel load to the track structure rail seats is shown in Fig. 5.15a for the nominal case. The ballast tension release option was used for the parametric study computer runs, which resulted in the applied load being distributed to only the loaded sleeper and two sleepers on each side. The rail seat at the loaded sleeper has approximately 36% of the applied load, while the second rail seat on each side has 22% and the third rail seat has 10% of the applied load.



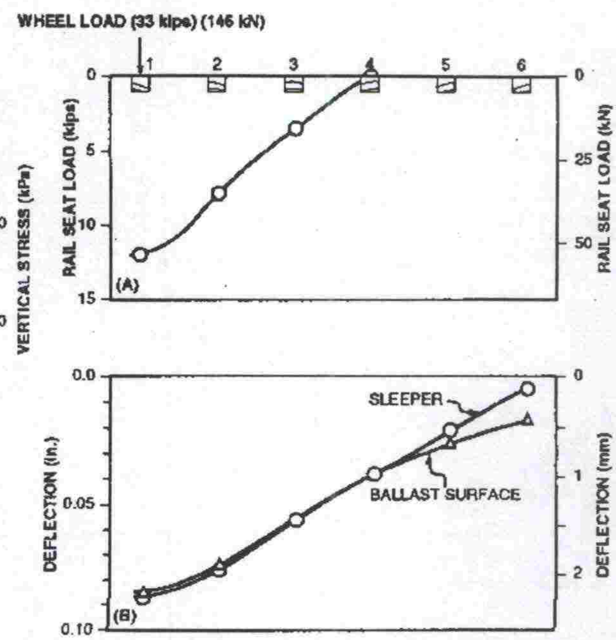


Fig. 5.14 Vertical stresses and ballast strain along sleeper

Fig. 5.15 Rail seat load and vertical deflections along rail

The vertical sleeper displacements and the ballast surface displacements beneath the rail seats for the nominal case are shown in Fig. 5.15b. Although the rail seat loads on sleepers four through six are negligible, the sleeper deflections at these points are not. The effect of the tension release can be seen by the loss of contact between sleepers five and six and the ballast surface.

The predicted track response beneath the applied wheel load for the eighteen variations in conditions in Table 5.9 are compared in Figs. 5.16 and 5.17 with results for the nominal case. In these figures, the horizontal lines represent the nominal results. The vertical lines, labeled with the values of the track parameters used in the sensitivity study, show the range of predicted effect of each individual parameter. These comparisons were made for locations directly under the applied wheel load. The effects of these conditions on track response, both parallel to the rail and parallel to the loaded central sleeper, can generally be inferred by making corresponding adjustments to the trends presented for the nominal case in Figs., 5.12, 5.13 and 5.14.

The rail seat load was affected most by the sleeper spacing (Fig. 5.16a). As the sleeper spacing increased from 250 to 910 mm (10 to 36 in.), the load applied to the sleeper beneath the wheel increased by a factor of about 3. The rail moment of inertia was the next most influencing factor on rail seat load. An increase in this factor from 1610 to 6240 cm^4 (38.7 to 150 $in.^4$) decreased the rail seat load by 40%. Sleeper properties (E and I) and ballast Poisson's ratio had a negligible effect on the rail seat load.

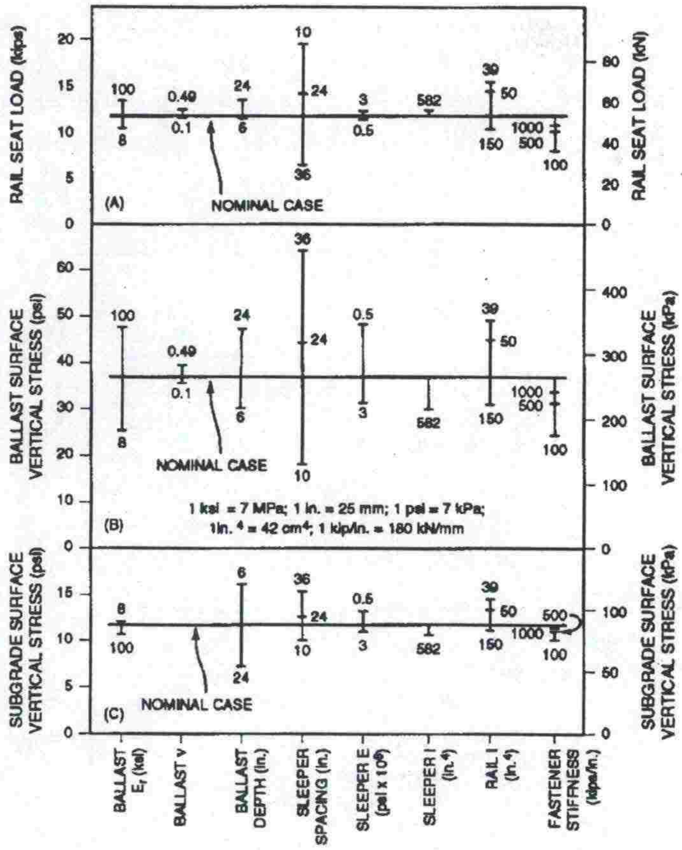


Fig. 5.16 Effect of variable parameters on stress and rail seat load

The vertical stress at the sleeper-ballast interface beneath the point of wheel load application was affected most by sleeper spacing (Fig. 5.16b). As the sleeper spacing increased from 250 to 910mm (10 to 36 in.), the load increased by a factor of about 4. Significant increases in ballast stress were also caused by an increase in ballast Young's modulus and ballast depth, and by a decrease in sleeper Young's modulus and rail moment of inertia. Ballast Poisson's ratio and sleeper moment of inertia had much smaller effects.

The subgrade surface vertical stress beneath the wheel was affected most by the ballast depth (Fig. 5.16c). A decrease in ballast layer thickness from 610 to 150 mm (24 to 6 in.) more than doubled the subgrade stress. An increase in sleeper spacing from 250 to 910 mm (10 to 36 in.) increased the subgrade stress by 50%. Sleeper Young's modulus and rail moment of inertia had a smaller, but still significant, effect on subgrade stress. Ballast Young's modulus, ballast Poisson's ratio, and sleeper moment of inertia had negligible effects on the subgrade stress.

A decrease in fastener stiffness by a factor of 70 did significantly decrease the rail seat load, ballast surface stress and subgrade surface stress (Fig. 5.16). However, even with this very large change in fastener stiffness, this parameter was not among those causing the largest changes in the track response. In fact, a change in fastener stiffness from 1226 MN/m (7 x 10^6 lb./in.) to 175 MN/m (1 x 10^6 lb./in.) resulted in insignificant changes in the above track responses.

The sleeper vertical deflection beneath the wheel load, which is equal to the ballast surface deflection at the same location, was not affected more than 20% by the changes in any of the track parameters (Fig. 5.17a). The track variables having the largest effect were ballast Young's modulus, ballast depth, sleeper spacing, rail moment of inertia, and fastener stiffness. Negligible effects were caused by the changes in ballast Poissons ratio and sleeper moment of inertia.

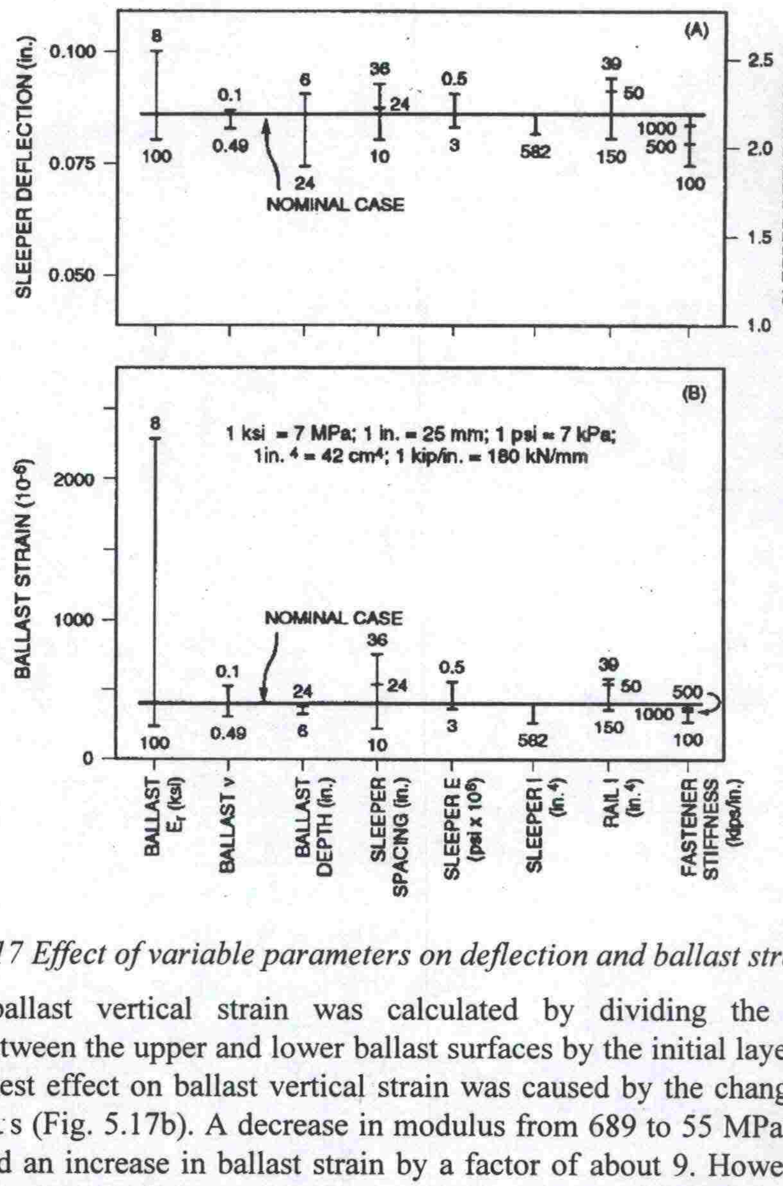


Fig. 5.17 Effect of variable parameters on deflection and ballast strain

The average ballast vertical strain was calculated by dividing the differential displacement between the upper and lower ballast surfaces by the initial layer thickness. By far the greatest effect on ballast vertical strain was caused by the change in ballast Young's modulus (Fig. 5.17b). A decrease in modulus from 689 to 55 MPa (100000 to 8000 psi) caused an increase in ballast strain by a factor of about 9. However, sleeper spacing also had a large influence on ballast strain. An increase in sleeper spacing from 250 to 910 mm (10 to 36 in.) increased ballast strain by a factor of 3. Ballast Poisson's ratio, sleeper Young's modulus and rail moment of inertia had approximately a factor of 2 influence on ballast strain. Ballast layer depth had the smallest influence on the ballast strain.

The total ballast strains for the 150 and 610 mm (6 and 24 in.) layer depths were smaller than the strain for the nominal 300 mm (12 in.) depth. The reason for this trend is that the strain distributions through the layers were very different for the various ballast depths (Fig. 5.18). Analysis of the strain distributions for various layer thicknesses can be very important when developing methods for track settlement predictions, based on representative soil elements and stresses for use in laboratory stress path approaches. For constant layer thickness, variations in other track parameters did not result in such large differences in ballast strain distribution, so the bar graphs shown in Fig. 5.17b can be interpreted more easily.

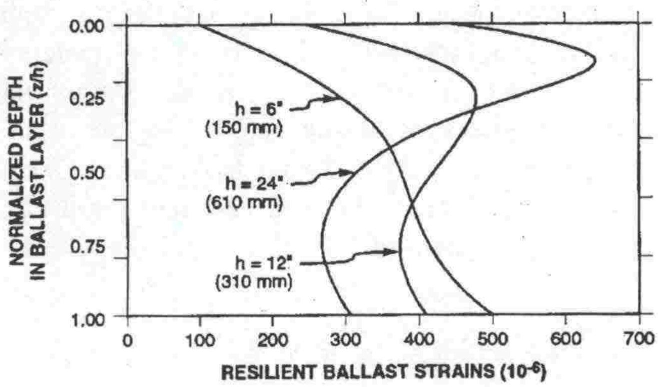


Fig. 5.18 Vertical ballast strain distribution

Track modulus was also predicted for each case using the rail deflections calculated by the GEOTRACK program. The effects of variations in track conditions on track modulus are shown in Fig. 5.19.

The parameter influencing the track modulus most was fastener stiffness (Fig. 5.19). The decrease in fastener stiffness decreased track modulus by approximately 50%. However, actual variations in the fastener stiffness resulting from different types of rail fasteners and pads currently used in the industry would not have as large a large as used in this study. A variation of 10% from the nominal value of 1226 MN/m (7 x 100 lb./in.) would be reasonable for the types of rail fasteners commonly used. Track modulus was increased by about 10 to 20% for the increase in ballast Young's modulus and ballast depth, and decrease in sleeper spacing and rail moment of inertia. The ballast Poisson's ratio and sleeper moment of inertia had negligible influence on the track modulus.

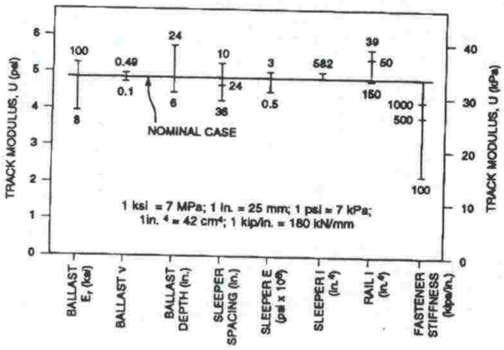


Fig. 5.19 Effect of variable parameters on track modulus

Figure 5.20 shows the vertical stress distributions beneath the sleeper at a) the ballast surface, and b) the ballast-subgrade interface. The curves in Fig. 5.20 are for sleepers having stiffnesses of two times and one-third the nominal case stiffness. As sleeper stiffness increased from the nominal case, the sleeper approximated the behavior of a rigid footing supported by an elastic foundation. The maximum vertical stress at the ballast surface occurred at the sleeper ends and generally decreased towards the sleeper centerline. As sleeper stiffness decreased from the nominal case, the maximum ballast surface vertical stress beneath the rail seat increased and the trend was analogous to that of a flexible footing on a stiff foundation. The maximum stress occurred beneath the load point and decreased toward the sleeper end and sleeper centerline. As sleeper stiffnesses increased, the maximum vertical stress at the subgrade surface decreased and was generally more uniform across the sleeper. The magnitudes and distributions of the subgrade vertical stresses were, however, quite similar for all of the sleeper bending stiffnesses.

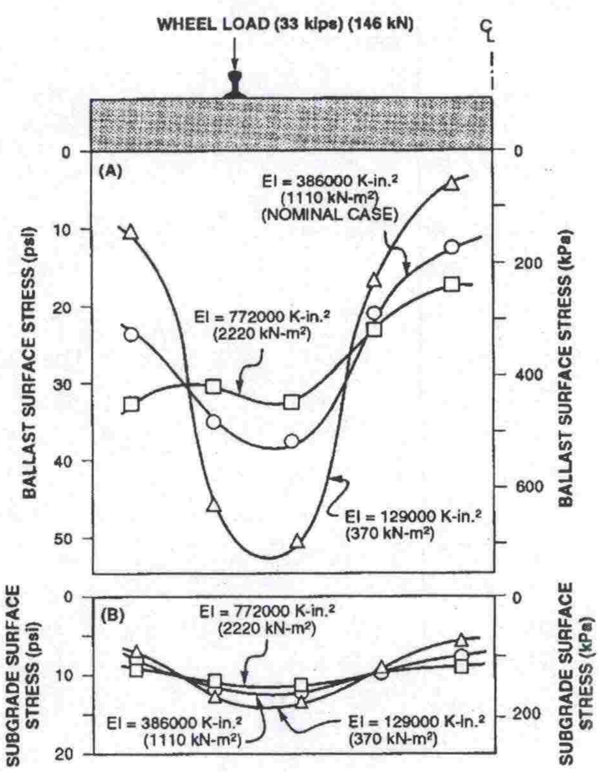


Fig. 5.20 Effect of sleeper stiffness on vertical stress along sleeper

REFERENCES

(Track Geotechnology and Substructure Management / Analytical Track Models / Chapter 5)

5.1 Hetenyi, M. (1946). Beams on elastic foundation. University of Michigan Press.

5.2 Hay, William W. (1982). Railroad Engineering. Second Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1982.

5.3 Talbot, A. N. (chairman) (1918). First progress report of the special committee on stresses in railroad track. Bulletin of the American Railway Engineering Association, Vol. 19, No. 205, March, pp. 875-1058.

5.4 Zarembski, A. M., and Choros, J. (1979). On the measurement and calculation of vertical track modulus. ARF,4 Bulletin 675, November-December, pp. 156-173.

5.5 Kerr, A. D. (1983). A method for determining the track modulus using a locomotive or car on multi-axle trucks. AREA Bulletin 692, pp. 269-286, May.

5.6 El-Sharkawi, A. E. (1991). Correlation of railroad subgrade resilient modulus with cone penetration test data. Geotechnical Report No. AAR91-389P, University of Massachusetts, Department of Civil Engineering, Amherst, Massachusetts, September.

5.7 Robnett, Q. L., Thompson, M. R., Knutson, R. M., and Tayabji, S. D. (1975). Development of a structural model and materials evaluation procedures. Ballast and Foundation Materials Research Program, University of Illinois, report to FRA of US/DOT, Report No. DOT-FR-30038, May.

5.8 Chang, C. S., Adegoke, C. W. and Selig, E. T. (1979). A study of analytieal models for track support systems. Transportation Research Board Record 733, Washington, D.C., pp. 12-19.

5.9 Chang, C. S., Adegoke, C. W. and Selig, E. T. (1980). The GEOTRACK model for railroad track performance. Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 106, No. GT11, November, pp. 1201-1218.

5.10 Coleman, D. M. (1985). Synthesis of railroad design methods, track response models, and evaluation methods for military railroads. Miscellaneous Paper GL-85-3, Final Report, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Vicksburg, Mississippi, March.

5.11 Huang, Y. H., Lin, C., and Deng, X. (1984). Hot mix asphalt for railroad trackbeds-structural analysis and design. Technical Sessions, Association of Asphalt Paving Technologists, Scottsdale, Arizona, April.

5.12 Huang, Y. H., Lin, C., and Deng, X. (1 984). KENTRACK a computer program for hot mix asphalt and conventional ballast railway trackbeds. Research Report RR-84-1, The Asphalt Institute, College Park, Maryland, April .

5.13 Selig, E. T. (1975). Soil strain measurement using inductance coil method, ASTM-STP584. Performance Monitoring for Geotechnical Construction, August, pp. 141-158.

5.14 Yoo, T. S. and Selig, E. T. (1979). Field observations of ballast and subgrade deformations in track. Transportation Research Board Record 733, Washington, D.C., pp. 6-12.

5.15 Selig, E. T., Yoo, T. S., Adegoke, C. W. and Stewart, H. E. (1979). Status report ballast experiments, intermediate (175 mgt) substructure stress strain data, Interim

Report No. FRAC/Dr-10(IR), Prepared for FAST Program, Transportation Test Center, Pueblo, Colorado, submitted September.

5.16 Selig, E. T. (1980). FAST substructure dynamic stresses, strains and deflections from 3 to 300 MGT Report No. TSC80-2701, Department of Civil Engineering, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts prepared for U.S. DOT, Transportation Systems Center, Cambridge, Massachusetts, December.

Documentation report for ballast and subgrade instrumentation, 1979 rebuild, FAST section 22. Report prepared by Haley and Aldrich, Inc., Cambridge, Massachusetts, for DOT/TSC, Cambridge, Massachusetts, March 1980.

5.18 Documentation of ballast and subgrade aspects of the 1979 rebuild of FAST sections 3, 17 and 22. Report prepared by Haley and Aldrich, Inc., Cambridge, Massachusetts for DOT/TSC, Cambridge, Massachusetts, June 1980.

5.19 Alva-Hurtado, J. E. (1980). A methodology to predict the elastic and inelastic behavior of railroad ballast. PhD Dissertation, Report No. OUR80-240D, Department of Civil Engineering, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, May.

5.20 Thompson, M. R. (1977). FAST ballast and subgrade material evaluation. Ballast and Foundation Materials Research Program, University of Illinois, Report to FRA, U.S. DOT, Report No. FRA/ORD-77/32, December.

5.21 Stewart, H. E. (1980). Index and property testing of FAST subgrade. Report No. OUR80-2401, Department of Civil Engineering, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, March.

5.22 Panuccio, C. M., Yoo, T. S., and Selig, E. T. (1982). Mechanics of ballast compaction-volume 3: field test results for ballast physical state measurements. Final Report to the U.S. DOT, Transportation Systems Center, Cambridge, Massachusetts, DOT-TSC-FRA-81-3, III, March.

5.23 Stewart, H. E. (1980). One-way analysis of va7iance applied to dynamic and static track foundation responses at FAST Report No. FRA80-2241, Department of Civil Engineering, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, May.

3 MUUTA TIETOA

3.1 MINNESOTA ROAD RESEARCH (MN/ROAD RESEARCH PROJECT)

http://mnroad.dot.state.mn.us/general.html

PAVEMENT SENSORS

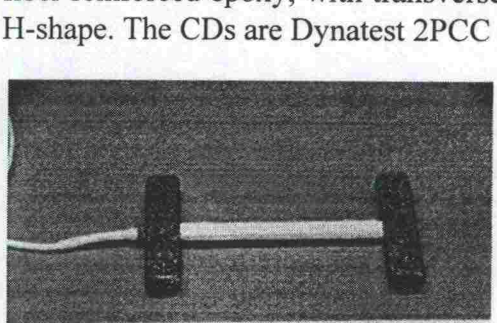
Biaxial Strain Gage (BS).

The Biaxial Strain Gage (BS) consists of four electrical resistance strain gauges embedded in an asphalt mastic mix having dimensions of 152.4mm x 152.4mm x 12.7mm (6" x 6" x 1/2").

Two of the gauges are orientated in the longitudinal direction and two of the gauges at 90 degrees in the transverse direction. There are 40 Biaxial Strain Gages located in Cell 26 of the Low Volume Roadway. They were designed by the Alberta Research Council. [cost: $480.00 each]

Concrete Embedment Strain Gage (CD).

These gages will be used to monitor dynamic strains. This type of embedment strain gauge consists of electrical resistance strain gauges embedded within a strip of glass-fiber reinforced epoxy, with transverse steel anchors at each end of the strip to form an H-shape. The CDs are Dynatest 2PCC models. [cost: $530.00 each]



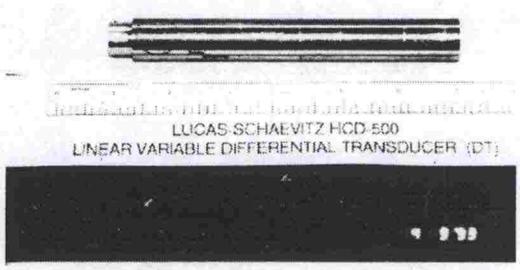
DYNATEST 2PCC
CONCRETE EMBEDMENT STRAIN GAUGE (CD)

Concrete Embedment Strain Gage (CE).

Another type of Concrete Embedment Strain Gage was designed by Tokyo Sokki. It is the PML-60 Model. The purpose of this test will be to measure dynamic strains under both real traffic and calibrated trucks. Using this data, the stress and strain ranges in the pavement will be determined. Stranded wire gauges designed for measurement of interior strains in concrete under loading tests. The gauge and lead wires are hermetically sealed between thin resin plates. The gauge is coated with a coarse grit to bond the gauge to the concrete. [cost: $81.00 each]

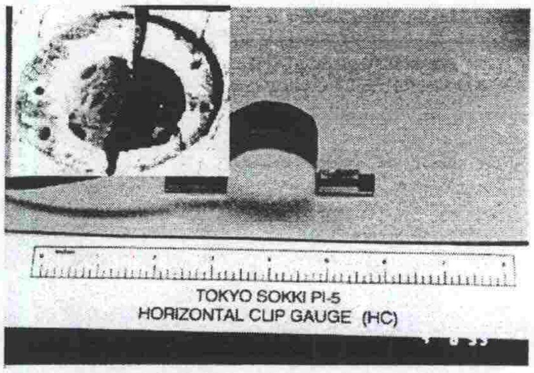
Linear Variable Diffential Transducer (DT).

There are 119 Schaevitz HCD-500 DT sensors spread throughout the project. Vertical deflection will be measured to assess displacements in surface, base, and subgrade materials due to load. The data will be used to verify analytical models and to determine failure criteria. The linear variable differntial transformer (LVDT) is an electro_mechanical device that produces an electrical output proportional to the displacement of a separate, moveable core. It consists of a primary coil and two secondary coils spaced on a cylindrical form. A free-moving rod-shaped ferro-magnetic core inside the coil assembly alters the relative coupling of the transformer windings. When the promary coil is energized, voltages are induced in the secondary coils. The net output of the transducer is the algabraic sum of the magnitude of these two voltages which corresponds to the change in core position or displacement. [cost: $352.00 each]



Horizontal Clip Gage (HC).

The Horizontal Clip Gage measures horizontal movements of the concrete slabs at the saw cut joints. One end of each U-shaped steel strip is connected to the concrete on either side of a joint allowing the HC to measure the space between two slabs as they move. There are 80 HC's on the project. HCs model is Tokyo Sokki PI-5. [cost: $228.00 each]

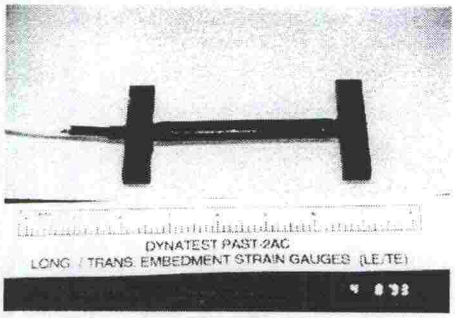


HC Installed

Longitudinal Embedment Strain Gage (LE).

Transverse Embedment Strain Gage (TE).

Horizontal Strains in asphalt concrete will be measured to collect data related to the current failure criteria used in mechanistic-empirical pavement design procedures. The data will also provide means for comparing the results of analytical models. This type of embedment strain gauge consists of electrical resistance strain gauges embedded within a strip of glass-fiber reinforced epoxy, with transverse steel anchors at each end of the strip, to form an H-shape. LEs and TEs are Dynatest PAST-2AC. [cost: $785.00 each].

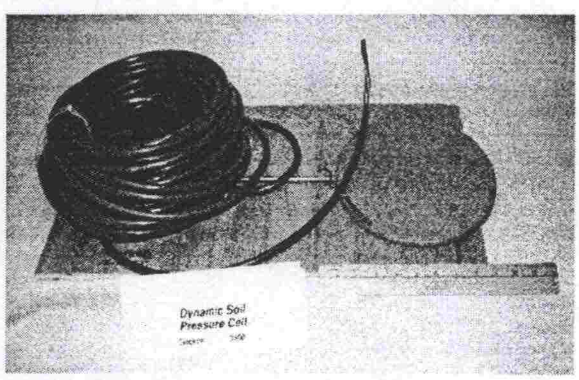


Piezo-Accelerometer (PA).

There are six Kistler Model 8628B50 Piezo-Accelerometers located in in 7 different test cells in the MnRoad Project. Accelerometers will be used to measure vertical acceleration of the pavement surface under the influence of moving vehicles which allows the calculation of ver- tical deformation by double integration. [cost: $270.00 each, cable $4.00/ft]

Dynamic Soil Pressure Cell (PG).

The MnRoad project has 106 Geokon 3500 Dynamic Soil Pressure Cells with Ashkroft K1 Transducers. Vertical pressure sensors will be used to measure the vertical stress distribution in the base and subgrade layers. The relationship of this stress distribution to the stress dependency of the unbound material behavior will also be investigated. These sensors are large diameter soil stress cells consisting of two circular steel plates welded together around their rims to create a cell approximately 152.4mm (6 inches) thick. The space between the plates is liquid-filled. A steel tube connects the liquid to an electrical pressure transducer mounted several inches from the cell. The pressure transducer responds to changes in total stress applied to the material in which the cell is embedded. [cost: $791.00 each].

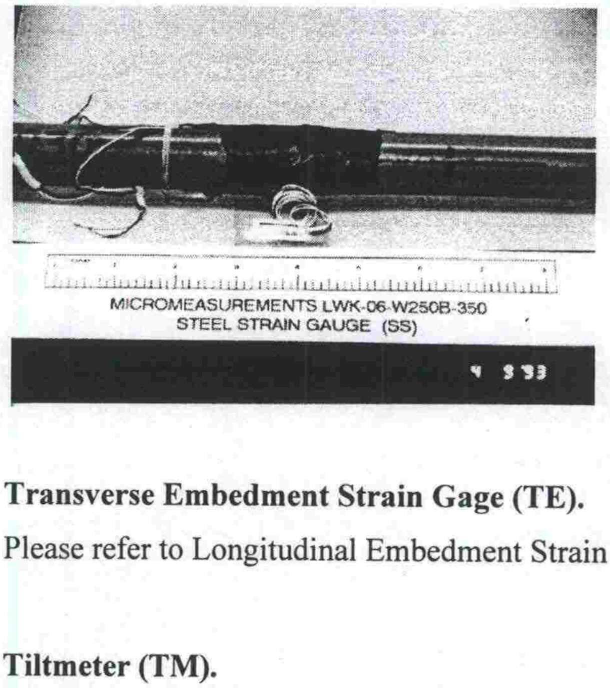


Dynamic Soil Pressure Cell (PK).

Vertical pressure data will be used to determine the vertical stress distribution in the base and subgrade layers. The relationship of this stress dependency of the unbound material behavior will also be investigated. These sensors are small diameter, soil stress cells consisting of a liquid-filled hollow steel cell approximately 50.8mm (2") in diameter and 12.7mm (.5") thick, with an electrical pressure transducer housed within the cell. The pressure transducer responds to changes in total stress applied to the material in which the cell is embedded. PK is Kulite 0234 type. [cost: $223.00 each].

Steel Strain Gage (SS).

There are 180 (or 45 sets of 4) Steel Strain Gages located in the concrete sections of the project. The strain gauge on steel dowels test will measure the efficiency of shear transfer between slabs. The weldable strain gauges shall be encapsulated in fiberglass-reinforced epoxy-phenolic. The gauge shall have an integral, etched Teflon, 3-wire lead system, pre-soldered directly to the gauge terminals. Micromeas LWK-06-W250b-350 is the model Steel Strain Gage used for the MnRoad Project. [cost: $102.00/pack of 5].



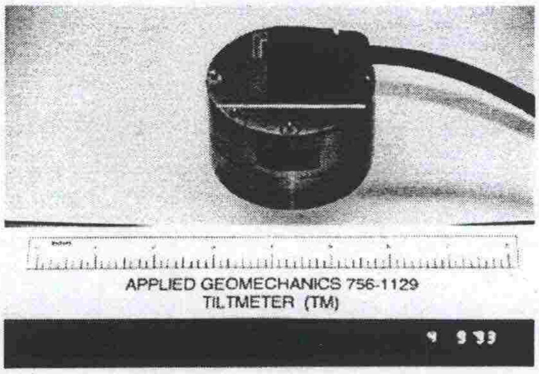
Transverse Embedment Strain Gage (TE).

Please refer to Longitudinal Embedment Strain Gage (LE).

Tiltmeter (TM).

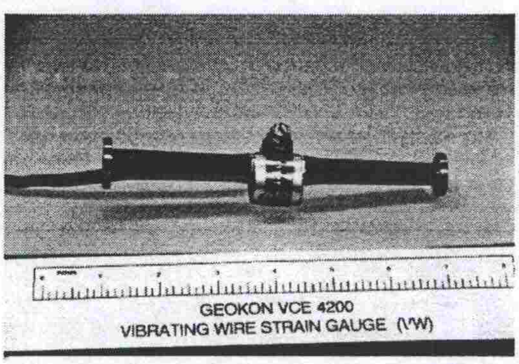
There are 15 Tiltmeters on the project which are located in an "L" formation in Cell 39. Tiltmeters will be used to corrlate the slopes at different parts of the slabs with the measured long

term strains. These sensors use precision electrolytic transducers to detect angular motion. The transducers operate on the fundamental principle that a bubble, suspended in a liquid-filled case, is always bisected by the vertical gravity vector. As the transducer tilts, the case moves around the bubble, linearly changing the electrical resistance measured through the electrolyte. [cost: $1590.00 each]



Vibrating Wire Strain Gage (VW).

There are 162 Geokon 4200 Vibrating Wire Strain Gages located in nine different rigid pavement sections of the MnRoad project. The purpose of this test will be to study the effects of temperature and humidity variations on structural response and the effect of creep and shrinkage on curl and warp of the slab. The vibrating wire stain gauge consists of a taut wire that is anchored between two end flanges and surrounded by a protective tube. The wire is mechanically excited, causing it to vibrate at its natural frequency. The resonant frequency of the wire changes with the tension. Thus the strain exerted on the flanges is related to the frequency of vibration. [cost: $148.00 each].



SUBSURFACE SENSORS

Thermocouple (TC).

The Thermocouples measure the temperature in the pavement surface layers, the base and subgrade.

Model T-Type

Moisture Block (WM).

The Moisture Block sensors measure subsurface unfrozen moisture content.

Model Watermark 200-x

Dynamic Pore Water Pressure Cell (DW).

These sensors are semi-conductor strain gauge peizometers that are used to measure rapid changing positive pore water pressure in over saturated thawing soils subjected to dynamic loading conditions.

Model Geokon 3410S

Thermistor in Dynamic Pore Water Pressure Cell (XD).

These sensors measure the temperature at the DW sensors.

Open Stand Pipe (OS).

The open stand pipes consist of pipe buried vertical into the ground to measure the level of the water table.

Static Lateral Pressure Cell (PL).

These sensors are used to measure the stress distribution in the base, sub-base and subgrade layers. These gauges are based on the principle that the frequency of a vibrating wire will change as the wire is stretched or loosened.

Model Geokon 4800E

Thermistor in Lateral Pressure Cell (XL).

These sensors measure the temperature near the PL sensors.

Static Soil Pressure Cell (PT).

These sensors are used to measure the stress distribution in the base, sub-base and subgrade layers. These gauges are based on the principle that the frequency of a vibrating wire will change as the wire is stretched or loosened.

Model 4800E

Thermistor in Soil Pressure Cell (XT).

These sensors measure the temperature near the PT sensors.

Resistivity Probe (RP).

These sensors measure the depths of freezing and thawing fronts in the granular base and subgrade.

Static Pore Water Pressure Cell (SW).

This sensor is a vibrating wire piezometer used to determine the slowly changing positive pore water pressure in oversaturated thawing soils.

Model Geokon 4500SL

Thermistor in Static Pore Water Pressure Cell (XS).

These sensors measure the temperature near the SW sensors.

Tipping Bucket (TB).

The Tipping Bucket sensors measure the amount of water flow out from the edge drains that have been placed in selected test sections.

Time Domain Reflectometer (TD).

These sensors measure the unfrozen moisture content of unbound pavement layers.

4 HENKILÖITÄ

Tässä on luetteloitu henkilöitä, joiden asiantuntemusta kannattaa suuremman akselipainon tutkimisessa hyödyntää. Kaikkia listattuja henkilöitä on jo haastateltu lyhyesti (referaatit ovat liitteessä 1) ja myös informoitu mahdollisista tulevista yhteydenotoista ja yleisesti tutkimuksen olemassaolosta.

4.1 ANSERI KONSULTIT OY

SEPPO KÄHKÖNEN

Puh. 040 - 548 0277

Fax. 09 - 558 116

Johtoryhmän jäsen, tutkimuksen ohjaus

4.2 VR / MITTAUSRYHMÄ

JUHA TAMMISTO

Puh. 09 - 548 0277

Mittaustoiminta, mittausvaunu

4.3 VR / GEORYHMÄ

JOUKO SUOMALAINEN

Puh. 09 - 7071 (keskus)

Geotekniikka

4.4 VR / SILTARYHMÄ

VILHO ROOS

Puh. 09 - 7071 (keskus)

Sillat

4.5 LÄNSI-UUDENMAAN VESI- JA YMPÄRISTÖYHDISTYS

PEKKA IHALAINEN

Puh. 050 – 5678138

Kiviainekset

HENKILÖITÄ

Anseri Konsultit Oy

Seppo Kähkönen

Puh. 040 - 548 0277

Johtoryhmän jäsen, tutkimuksen ohjaus

Taustaa

Pitkäaikainen ja vankka kokemus rautateiltä, esimerkiksi 60E1 -kiskoselvitys VR:n aikana.

Tärkeitä huomioita

On selvitettävä kriteerit arvioinneille ja etsittävä mitoittavat tekijät, joita ovat esimerkiksi akselipaino, metripaino tai nopeus. Myös yksityisraiteet on selvitettävä, jotta saadaan selville, että minne voidaan ajaa raskailla kuormilla. Dynaaminen aalto kuljettaa päällysrakennetta esimerkiksi soille rakennetuilla radoilla. Tukikiskoilla voidaan rakennetta tukevoittaa ja samalla vähentää suistumisen mahdollisuutta. Jokainen silta on yksittäistapaus. Nopeudet niin silloilla kuten muuallakin ovat kasvaneet. Nykyisin käytetään siirtymälaattoja kaikissa silloissa. Ruotsissa paalutetaan siltojen päät, mikä on kallis ratkaisu. Tutkijakontaktit Ruotsiin (esim KTH Tukholmassa) ovat tärkeitä. Sekä Grazin että Münchenin yliopistoissa on myös paljon tietotaitoa. ORE:n raportit 161 ja 141 ovat hyödyllisiä (eivät ole RHK:n arkistossa), koska käsittelevät siirtymistä 20 tonnista 22,5 tonniin. Suuremmilla nopeuksilla normaali pölkkyrakenne ei enää riitä. Saksassa on jo nyt käytössä laattarakenne joillain rataosilla. Laattarakenteessa betonipölkky upotetaan laattaan joustavan massan avulla.

Venäläinen kalusto

Raskas akselipaino tietyillä rataosilla tulee toistaiseksi kysymykseen ainoastaan venäläisellä kalustolla, sillä suomalaista kalustoa ei ole. Joustamattoman massan ja lovipyörän vaikutukset on kuitenkin selvitettävä. Venäläisellä kalustolla on erilaiset kulkuominaisuudet kuin suomalaisella kalustolla. Esimerkiksi joustamaton massa on venäläisessä telirakenteessa suurempi kuin suomalaisessa. Jo nykyisin rajalla punnitaan ja rekisteröidään akselipaino, määränpää yms. Raskaitten kuljetusten reitit tulisi selvittää määränpäähän saakka. Esimerkiksi kohtauspaikoilla eivät kaikki raiteet ole sopivia 25 tonnille.
Loven merkitys on erityisen tärkeä suurilla akselipainoilla. Myös vaikutukset tärinään on tutkittava. Lovipyörien vaikutus rataan ei ole lineaarinen. Lovipyörien vaikutukset nopeuden funktiona pitäisi tutkia huomioiden nykyisen kaluston ominaisuudet. Tällä hetkellä venäläisten raskaiden kuljetusten maksiminopeus Suomessa on 50-60 km/h, johtuen kalustoteknisistä seikoista. Venäjällä käytetään rakennusajankohdasta riippuen 10-12mm välilevyjä P65 -kiskoja.

Instrumentointi

Vanhat testipaikat kannattaisi hyödyntää, jottei tehdä samaa työtä uudestaan. Nyt tehtävässä instrumentoinnissa vähintään pyörän kehän pituus pitää instrumentoida tai eliminoida lovipyörän ja siniliikkeen vaikutus esimerkiksi riittävän suuurella määrällä havaintoaineistoa.
Mittauskohdassa on voitava ajaa molempiin suuntiin. Raide ei saa aiheuttaa häiriötä.
Mittauskohdassa käytetään mielellään 50 metrin rauhoittumismatkaa kumpaankin suuntaan.
Selittämättömiä poikkeuksia mittaustuloksissa voidaan näin välttää.

VR / mittausryhmä

Juha Tammisto

VR:n mittausryhmä tekee mittauksia erityisesti mittausvaunulla. Mittausryhmällä on myös luettelo kaikista aiemmin toteutetuista mittauksista. Mittausryhmän asemapaikka on Pasilassa VR:n konepaja.
Luotettava mittaustulos vaatii jopa kilometrin pituisen homogeenisen mittauspaikan, jotta vaunun kulku ehtii tasaantua kyseisen rakenteen mukaisesti.

KIRJALLISUUSLUETTELO,
250 kN:n ja 300 kN.n akselipainot

Avainsanat: ratarakenne, akselipaino, liikkuva kalusto, geometria, kiskot, kiskoniinnityselimet, ratapölkyt, tukikerros, alusrakenne, pohjarakenteet, sillat, vaihteet, tärinä, kunnossapito, perusteokset, instrumentointi

Aihealueet

Tässä on esitetty luettelossa käytetyt aihealueet ja niiden tarkempi sisältö. Termejä on myös käännetty englanniksi, ruotsiksi ja saksaksi.

	Aihealueet:	Tarkempi sisältö
1	Liikkuva kalusto	pyöränlovi, pyörän halkaisija, akseliväli, vaunun pituus
2	Geometria	kaarresäteet, siirtymäkaaret, kiihtyvyydet, nykäykset
3	Kiskot	jännitykset, vaakavoimat, kiinnityselimiin kohdistuvat voimat, lämpökäsittelyt, voitelut ja hionnat, reiät, jatkossovitukset, jatkoshitsit
4	Kiskonkiinnityselimet	ratanaulakiinnitys, suora raideruuvikiinnitys, JT-kiinnitys, K-kiinnitys, SKL 12 -kiinnitys, Pandrol PR341 A ja E-clip kiinnitykset, Skl 14 -kiinnitys
5	Ratapölkyt	B63, BV69, B75 (2500mm) ja B86, B89, B75 (2600mm) -betonipölkyt, puuratapölkky
6	Tukikerros	paksuus, palle, raekokojakauma, lujuusominaisuudet, pölkyn aiheuttamat voimat, raiteen poikittais- ja pitkittäisvastus, työnaikainen tiiveys ja määrä
7	Alusrakenne	pengerleveys, luiskan kaltevuus, rakennekerrosten paksuus, tukikerroksen aiheuttama kuormitus alla oleviin kerroksiin ja routaeristyslevyihin, asfalttiset ratarakenteet, koemenettelyt maailmalla
8	Pohjarakenteet	perustamisratkaisut, stabiliteetti- ja painumatarkastelut, pohjanvahvistusmenetelmät
9	Sillat	kantavuus, jännemitat, materiaali, staattinen tyyppi, päällysrakenne, mitoituskuormat, laakerit, maa- ja välituet
10	Vaihteet	suuremman akselipainon vaikutus vaihteisiin
11	Tärinä	ratarakenne, maapohja, akselipaino, pyöräparien kunto, junan kokonaismassa, kaluston jousitus, ajonopeus
12	Kunnossapito	sekaliikenne, (yli)mitoitus; kiskot ja rakenteet, nopeusrajoitukset
13	Yleistä asiaan liittyvää materiaalia	
14	Perusteokset rautatiealalta	
15	Instrumentointi	

englanti

	Aihealueet:	Tarkempi sisältö
1	Rolling Stock Fleet, Equipment	wheel flat, diameter and base, length of coach
2	Geometry	radius of curvature, transition spiral, accelerations, jerk
3	Rails	stress, transversal force, lubrication and grinding, holes, joints, joint welding, strain
4	Rail Fastening	dogspike, coach screw
5	Sleepers	timber sleeper, concrete sleeper
6	Ballast	depth, ballast shoulder, resistance, lateral resistance, quantity
7	Substructure	width and slope of embankment, loading, asphalt structures, test methods
8	Foundation	subsidence, foundation
9	Bridges	carrying capacity, span, material, statical type, track bed structure
10	Point Switch	
11	Vibration	track structure, foundation, axle load, gross weight, suspension, speed
12	Maintenance	mixed traffic, (over)designing; rails and structures, speed restriction

ruotsi

	Aihealueet:	Tarkempi sisältö
1	Fordonspark, Rullande materiel	slag i hjul, hjuldiameter, axelavstånd, vagnens längd
2	Geometri	kurvradie, övergångskurva, accelerationer, ryck
3	Räl	spänning, sidokraft, smörjning och slipning, hål, skarv, svetsfog skarv
4	Rälsbefästning	rälsspik, rälskruv
5	Sliper	träsliper, betongsliper
6	Ballast	djup, ballastskuldra, hållfasthet, motståndskraft
7	Underbyggnad	banks bred, lutning, belastning, asfalt, testmetod
8	Alv	grundläggning, svacka
9	Broar	maksimibelastning, spännvidd, material, statisk typ, bankroppsstruktur / överbyggnad
10	Växel	
11	Vibration	spår konstruktion, alv, axellast, bruttovikt, fjäderverk, hastighet
12	Underhåll	blandad trafik, (över)dimensionering; räler och strukturer, hastighetsnedsättning

saksa

	Aihealueet:	Tarkempi sisältö
1	Fahrzeuge	Flachstelle, Raddurchmesser, Achsabstand, Länge (Wagen)
2	Geometrie	Bogenhalbmesser, Ubergangsbogen, Beschleunigung, Ruck
3	Schiene	Spannung, Seitenkraft, Ölen und Schleifen, Loch, Stoss, Schweissen
4	Schienenbefestigung	Bugel, Schwellenschraube
5	Schwelle	Betonschwelle, Holzschwelle
6	Bettung	Dicke, Schulter, Festigkeit, Verschiebewiderstand, Dicht und Quantität
7	Unterbauten	Damm (Breite), Längsneigung, Dicke, Belastung, Asphalt (Struktur), Prufung
8	Grund / Unterlage	Fundament, Senkung
9	Brucken	Belastungsgrenze, Lichtweite, Material, Statische Typ, Oberbau / Tragschichten
10	Weiche	
11	Vibration	Strecke, Grund, Achsfahrmasse, Bruttomasse, Federung, Geschwindigkeit
12	Instandhaltung	Mischverkehr, (uber)Dimensionerung; Schienen und Konstruktion, Geschwindigkeitsbeschränkung

Kirjallisuushaku

Esiselvitys Ratahallintokeskuksen (RHK) 250 kN:n akselipainojen käyttöönottoon tähtäävälle tutkimukselle

Tutkimuksen on tehnyt DI Matti Levomäki Teknillisen korkeakoulun (TKK) Tielaboratoriosta (TIE).
Luetteloon on periaatteessa otettu mukaan kaikki vähänkään aihealueeseen kuuluvat julkaisut, muistiot, standardit, tutkimustulokset, seminaariraportit, lehtiartikkelit ja muut teokset.
Luetteloitavia teoksia on haettu RHK:n arkistosta, asiantuntijoiden huoneista RHK:sta, VR:ltä, TTKK:lta ja TKK:lta sekä internetistä.
Joitain käsinkirjoitettuja muistioita ja muita papereita on kuitenkin ohitettu.

Aihealueet:		Tarkempi sisältö
1	Liikkuva kalusto	pyöränlovi, pyörän halkaisija, akseliväli, vaunun pituus
2	Geometria	kaarresäteet, siirtymäkaaret, kiihtyvyydet, nykäykset
3	Kiskot	jännitykset, vaakavoimat, kiinnityselimiin kohdistuvat voimat, lämpökäsittelyt, voitelut ja hionnat, reiät, jatkossovitukset, jatkoshitsit
4	Kiskonkiinnityselimet	ratanaulakiinnitys, suora raideruuvikiinnitys, JT-kiinnitys, K-kiinnitys, SKL 12 -kiinnitys, Pandrol PR341 A ja E-clip kiinnitykset, Skl 14 -kiinnitys
5	Ratapölkyt	B63, BV69, B75 (2500mm) ja B86, B89, B75 (2600mm) -betonipölkyt, puuratapölkky
6	Tukikerros	paksuus, palle, raekokojakauma, lujuusominaisuudet, pölkyn aiheuttamat voimat, raiteen poikittais- ja pitkittäisvastus, työnaikainen tiiveys ja määrä
7	Alusrakenne	pengerleveys, luiskan kaltevuus, rakennekerrosten paksuus, tukikerroksen aiheuttama kuormitus alla oleviin kerroksiin ja routaeristyslevyihin, asfalttiset ratarakenteet, koemenettelyt maailmalla
8	Pohjarakenteet	perustamisratkaisut, stabiliteetti- ja painumatarkastelut, pohjanvahvistusmenetelmät
9	Sillat	kantavuus, jännemitat, materiaali, staattinen tyyppi, päällysrakenne, mitoituskuormat, laakerit, maa- ja välituet
10	Vaihteet	suuremman akselipainon vaikutus vaihteisiin
11	Tärinä	ratarakenne, maapohja, akselipaino, pyöräparien kunto, junan kokonaismassa, kaluston jousitus, ajonopeus
12	Kunnossapito	sekaliikenne, (yli)mitoitus; kiskot ja rakenteet, nopeusrajoitukset
13	Yleistä asiaan liittyvää materiaalia	
14	Perusteokset rautatiealalta	
15	Instrumentointi	

? merkityt vuosiluvut on arvioitu,
- merkittyjä ei ole ollut saatavilla

jos loppusivuluku on 1, ei todellista sivumäärää ole ollut saatavilla

Olemassaolevat, helposti löydettävissä olevat teokset:

nro	Aihealue(et)			Tarkempi selostus (teoksen kielellä) tai teoksen nimi	Teoksen nimi / muu tunniste	Tekijä(t)	Kustantaja/ painopaikka	Vuosi	ISBN (tms.)	Luvut	Sivut	Teoksen sijainti	Yhteyshenkilö	Muu tieto	sivuja	yht.
1	1	3	6	Interaction of railway vehicles with the track and its substructure	proceedings of the 3rd Herbertov Workshop on	Herbertov Workshop on Interaction of R	Lisse Swets & Zeitlinger	1995		1	1	TKK / Pääkirjasto	P1 Sar Vehicle system dynamics 24		1	1
2	1	3	12	Pyörä- ja ohjausvoimat (Q, Y) kiskorasituksen kriteerinä	Muistio	H. Fagerholm, M. Nummelin	Rataosasto	1991		1	4	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	4	5
3	1	3	13	Train/track interaction : coupling of moving and stationary dynam	Väitöskirja	Jens C. O. Nielsen	Chalmers University of Tec	1993		1	1	TKK / Pääkirjasto	P1 Dis		1	6
4	1	3	13	Railway wheel flats : martensite formation, residual	Väitöskirja	Johan Jergéus	Chalmers University of Tec	1998		1	1	TKK / Pääkirjasto	P1 Dis		1	7
5	1	3	15	Vertical interaction between Train and Track with Soft and Stiff R	Report F 175	M. Fermér, J. C. O. Nielsen	Solid Mechanics, Chalmer	1994	ISSN 0349-8107	1	21	VR / Mittausyksikkö	Juha Tammisto		21	28
6	1	3	15	"Radsatzwelle und Radscheibe" -die richtige Kombination zur M	ZEV+DET Glas. Ann. 120 (1996) Nr. 2 Februar	H. Berg, G. Gössling, H. Zuck	Georg Siemens Verlagsbu	1996		40	47	RHK	Lauri Leino	Kansio: Lehtiartikkelit (Tekniikka)	8	36
7	1	3	15	SJ Road Testing report for the Axle Motion II	Translation SJ Report 9712-11g	SJ Maskindivisionen Laboratoriet		1997		1	195	RHK	Esko Sandelin	Kansio: nimetön (musta)	195	231
8	1	3	15	SJ Road Testing report for the Axle Motion II	Translation SJ Report 9727-12g	SJ Maskindivisionen Laboratoriet		1997		1	21	RHK	Esko Sandelin	Kansio: nimetön (musta)	21	252
9	1	3		Beruhrgeometrie von Rad und Schiene, Neue Methoden zur Unt	DET, Jahrgang 121 (1997), Heft 2/3, Februar	R. Walenta, A. Heigermoser	Georg Siemens Verlagsbu	1997	ISSN 0941-0589	245	254	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1997, 1998	10	262
10	1	3		Betrachtungen zur Entgleisungssicherheit unter besonderer Ber	ZEV+DET Glas. Ann. 121 (1997) Nr. 8 August	A. Mahr, H. Lehna, A. Kuhnel	Georg Siemens Verlagsbu	1997		451	461	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1997, 1998	11	273
11	1	3		Betrachtungen zur Entgleisungssicherheit unter besonderer Ber	ZEV+DET Glas. Ann. 121 (1997) Nr. 9 Septemb	A. Mahr, H. Lehna, A. Kuhnel	Georg Siemens Verlagsbu	1997		509	515	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1997, 1998	7	280
12	1	3		Die Problematik der Beruhrungsgeometrie Rad/Schiene	DET, Jahrgang 119 (1995), Heft 3, Januar	Roland Muller	Georg Siemens Verlagsbu	1995	ISSN 0941-0589	86	99	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	14	294
13	1	3		Identifikationsmethode zur Bestimmung der Adhäsion zwischen	DET, Jahrgang 120 (1996), Heft 2, Februar	R. Schreiber, R. Kögel	Georg Siemens Verlagsbu	1996	ISSN 0941-0589	48	54	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	7	301
14	1	3		Verschleisserscheinungen an Radlaufflächen von Eisenbahnfah	DET, Jahrgang 119 (1995), Heft 6, Juni	R. Muller, M. Diener	Georg Siemens Verlagsbu	1995	ISSN 0941-0589	177	192	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	16	317
15	1	3		Vertikale Kräfte am Oberbau - Messung und Rechnung	Vertikale Kräfte am Oberbau	Manfred Zacher, Jörg-Michael Reineck	ETR 45(1996), H. 1-2 Janu	1995	ISSN 0013-2845	75	82	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	8	325
16	1	3		Beräkningsmodeller och beräkninsverktyg för samverkan fordon-bana		Evert Andersson	Kungl Tekniska Högskolan	1996		1	16	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Tällberg - Sverige	16	341
17	1	3		Die Problematik der Beruhrungsgeometrie Rad/Schiene	ZEV+DET Glas. Ann. 118 (1995) Nr. 3 März	Roland Muller	Georg Siemens Verlagsbu	1995		86	99	RHK	Lauri Leino	Kansio: Kulkuominais.	14	355
18	1	3		Ekvivalenttinen kartiokkuus Sr1-veturilla	Tutkimusraportti Nro 95102/SK, AJK	Antti Kuisma	Anseri-Konsultit Oy	1996		1	21	RHK	Lauri Leino	Kansio: Kulkuominais.	21	376
19	1	3		Erfahrungen zum Einfluss des Instandhaltungsaufwands auf das	ZEV+DET Glas. Ann. 121 (1997) Nr. 12 Dezem	O. Krettek, J. Stöckli	Georg Siemens Verlagsbu	1997		618	631	RHK	Lauri Leino	Kansio: Kunnossapito, Matkakuntoisuus	14	390
20	1	3		Komplement till Kompendium i Järnvägsteknik, kap 8	Några ord till en bantekniker om samverkan me	Evert Andersson	Kungl Tekniska Högskolan	1992		1	8	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	8	398
21	1	3		KTH Järnvägsteknik, Samverkan fordon - bana, kap 8	Järnvägsfordon och dess teknik	Evert Andersson	Kungl Tekniska Högskolan	1993		1	99	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	99	497
22	1	3		Liikkuvaan kalustoon ja raiteeseen kohdistuvien voimien selvittä	Työryhmäselvitys	A. Kuisma, J. Tammisto, A. Kukkola, S. Kähkönen		1994		1	35	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	35	532
23	1	3		Liikkuvan kaluston ja radan vuorovaikutus	Muistio	P. Kuokkanen, H. Fagerholm	Valtionrautatiet	1991		1	19	RHK	Pasi Leimi	Muovikotelo: Ratatekniikka	19	551
24	1	3		Urspårningar i samverkan mellan bana och fordon	Urspårningar	Evert Andersson		1992		1	11	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	11	562
25	1	3		Verschleisserscheinungen an Radlaufflächen von Eisenbahnfah	ZEV+DET Glas. Ann. 119 (1995) Nr. 6 Juni	R. Muller, M. Diener	Georg Siemens Verlagsbu	1995		177	192	RHK	Lauri Leino	Kansio: Kulkuominais.	16	578
26	1	12		Maschinen fur die Fahrbahn - Zulassung und Entwicklungsstand	Maschinen fur die Fahrbahn	K. Riebold, O. H. Gunther	ETR 45(1996), H. 5 Mai	1995	ISSN 0013-2845	247	261	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	15	593
27	1	15		The Dynamics of Vehicles on roads and on railway tracks	International Union of Theoretical and Applied M	Edited by Hans B. Pacejka	IUTAM / Swets & Zeitlinge	1976	90-265-0234-6	251	565	VR / Mittausyksikkö	Juha Tammisto		315	908
28	1			Ein neues mathematisches Modell fur die Beschreibung der Bew	DET, Jahrgang 121 (1997), Heft 6, Juni	Gyula Kormos	Georg Siemens Verlagsbu	1997	ISSN 0941-0589	356	360	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1997, 1998	5	913
29	1			Guterwagenvollräder fur hohe thermische Belastungen	Guterwagenvollräder	W. Rode, G. Schulz	ETR 45(1996), H. 10 Okto	1995	ISSN 0013-2845	601	604	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	4	917
30	1			Lateral stability of railway vehicles on straight track	Rolling Stock	R. Joly, C. Pyrgidis	1996-12, Rail International	1996		25	33	RHK / Arkisto		Kotelo: Rail International Schienen der Welt 1995, 1	9	926
31	1			Unrunde Räder und Oberbausteifigkeit	Unrunde Räder und Oberbausteifigkeit	Manfred Zacher	ETR 45(1996), H. 10 Okto	1995	ISSN 0013-2845	605	610	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	6	932
32	1			Wirkungsketten bei der Ausbildung kurzwelliger Riffeln auf Schienenlaufflächen		G. Baumann, H. D. Grohmann, K. Kno	ETR 45(1996), H. 12 Deze	1995	ISSN 0013-2845	792	798	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	7	939
33	1			Fordonets gång i spåret simuleras i dator	Gångdynamisk simulering	Evert Andersson		1989		1	18	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	18	957
34	1			KTH Järnvägsteknik, Fordonsteknik, kap 5	Järnvägsfordon och dess teknik	Kungl Tekniska Högskolan		1993		1	83	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	83	1040
35	1			KTH Järnvägsteknik, Framdrivning av tåg - traktion, kap 7	Järnvägsfordon och dess teknik	Kungl Tekniska Högskolan		1993		1	111	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	111	1151
36	1			Kulkuominaisuuskoeajot välillä Kirkkonummi-Kupittaa 15.-17.8.1995		Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	1995		1	9	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	9	1160

37	1			Kulkuominaisuuskoeajot välillä Kirkkonummi-Kupittaa 15.-17.8.1995		Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	95			1	9	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	9	1169
38	1			Liikkuvan kaluston kulkuominaisuudet	Muistio	Valtionrautatiet		19	85			1	6	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: Pyöräkertojen kulkukokeet vaihteissa	6	1175
39	1			Liikkuvan kaluston tekniset määräykset ja ohjeet (LIMO)	1034/734/96	Ratahallintokeskus		19	96			1	8	RHK	Pasi Leimi		8	1183
40	1			några registeringsexempel, hämtade från SJ	Spårkrafter	Kungl Tekniska Högskolan		19	92			1	10	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	10	1193
41	1			Raideleveydeltään 1524mm pääratojen vaunujen pyöräkerrat	SNTLiiton valtion standardi	Virallinen julkaisu (käännös suomeksi)		19	80			1	5	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	5	1198
42	1			Rapport 2.0, Vagnar, Ökad statisk axellast till 30 ton	30 TON på Malmbanan	LKAB		19	96			1	79	RHK	Kari Ojanperä		79	1277
43	1			Rapport 2.1, Vagnar, Prototypvagn för 30 tons statisk axellast	30 TON på Malmbanan	Jernbaneverket, SJ, LKAB		19	96			1	75	RHK	Kari Ojanperä		75	1352
44	1			Rapport 2.2, Vagnar, Gångdynamiska simuleringar	30 TON på Malmbanan	Tekniska Högskolan i Luleå		19	96			1	53	RHK	Kari Ojanperä		53	1405
45	1			Rapport 2.3, Vagnar, Gångdynamiska prov	30 TON på Malmbanan	SJ		19	96			1	152	RHK	Kari Ojanperä		152	1557
46	1			Requirements for Vibration and Shock Testing of Equipment for	BRB/LU Ltd/RIA Specification No. 20: 1988	Railway Industry Association		19	88			1	8	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pohjoism. Kl. ryhmä	8	1565
47	1			Vehicle Dynamics Trials, Preliminary Test Report	X2000 High speed tests	T. Edwards, P. Nyström, S. Hammarlun	ABB, SJ, Banverket	19	93			1	22	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	22	1587
48	2	10	12	Raportti pääratojen geometrisesta kokonaiskunnosta sekä vaihdealueiden kunnosta		J. Toiviainen, M. Pöljö, K. Koskinen	Rakentamisosasto	19	96			1	53	RHK / Arkisto			53	1640
49	2	13		Spårgeometri för höga hastigheter	NBS I 28	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	93			1	8	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	8	1648
50	2	13		Tekniska information - utmärkning av spårets läge, sammandrag	NBS I 05	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	79			1	19	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	19	1667
51	2	13		Utmärkning av spårets läge	NBS R 19	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	85			1	7	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	7	1674
52	2			Sporets geometri	Teoretisk grunnlag	Finn S. Holom	Jernbaneverket	19	97			1	37	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Tällberg - Sverige	37	1711
53	2			Spårlinjens matematik, spårgeometri, spårriktmaskinens matematik och baxberäkning från pilhöjden ...		Björn Södergren	Banverket	19	97			1	93	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Tällberg - Sverige	93	1804
54	2			Track Geometry Quality	A report on the present knowledge and activities	CEN/TC 256/SC 1 /SG8 N 1170 E		19	97			1	34	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 TC, BTS, SG, JP	34	1838
55	3	1		A Practical Use of Axlebox Acceleration to Control the Short Wave Track Irregularities		Y. Sunaga, I. Sano	Railway technical Researc	19	97			1	5	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	5	1843
56	3	1		Dynamic Train/Track Interaction and Railway Wheelsets	Railway Mechanics Research 1987-1995	B. Åkesson, T. Dahlberg, R. Lundén	Chalmers University of Tec	19	96	ISSN 0349-8107		1	42	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU 1996-97, Vecka 1, Pärm 1, Tällberg - S	42	1885
57	3	1		Erri Gets To Grips With Rail Fatigue	Wheel/ Rail Interface	D. F. Cannon, H. Pradier	June 1995 International Ra	19	95			1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	2	1887
58	3	1		Final Report	Rail rolling contact fatigue	ERRI D 173/RP 20	Utrecht	19	97			1	18	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	18	1905
59	3	1		Hjul - rälsslitage	Slutrapport	Nordisk studiegrupp		19	86			1	160	RHK	Markku Nummelin		160	2065
60	3	1		Kiskojen ja pyöränlaippojen voitelu	Työryhmäraportti			19	94		1-7	1	23	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	23	2088
61	3	1		Kiskojen ja pyöränlaippojen voitelu	Työryhmäraportti	P. Kuokanen, M. Nummelin		19	94			1	20	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	20	2108
62	3	1		Liikkuvaan kalustoon ja raiteeseen kohdistuvien voimien selvittä	Työryhmäselvitys			19	94			1	34	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	34	2142
63	3	1		Liikkuvan kaluston ja radan vuorovaikutus	Muistio	P. Kuokkanen, H. Fagerholm	Valtionrautatiet	19	91			1	19	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	19	2161
64	3	1		Pendolino-koeajossa tehdyt havainnot ja niiden vaikutukset juna	Muistio	Liikennetuotantoyksikkö	Ratahallintokeskus	19	95			1	2	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	2	2163
65	3	1		Raiteen ja liikkuvan kaluston yhteistoiminta nopeusalueella 140-	Tutkimusraportti	M. Nummelin, K. Ojanperä	RHK, Tekninen yksikkö	19	96			1	19	RHK	Markku Nummelin		19	2182
66	3	1		Stress analysis of rail rolling contact fatigue Cracks - Final Repo	Rail rolling contact fatigue	ERRI D 173/RP 19	Utrecht	19	97			1	165	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	165	2347
67	3	1		Time Domain Solution of the Dynamic Interaction between Railroad Structures and Moving Loads		A. Igeland	Zeitschrift fur Angewandte	19	96(?)			1	4	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU 1996-97, Vecka 1, Pärm 1, Tällberg - S	4	2351
68	3	1		Tutkimus raiteen ja liikkuvan kaluston vuorovaikutusolosuhteista	Tutkimusraportti	ANSERI-Konsultit Oy		19	95			1	43	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	43	2394
69	3	1		Vehicle/Track Interaction	Program Summaries, 1992 to 1996	Federal Railroad Administration	US Department of Transpo	19	97			1	13	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	13	2407
70	3	2	13	Die Weiterentwicklung des Eisenbahn-Oberbaus - Auswirkung a	DET, Jahrgang 120 (1996), Heft 4, April	Josef Eisenmann	Georg Siemens Verlagsbu	19	96	ISSN 0941-0589		128	136	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	9	2416
71	3	4	5	Dynamische Wegmessungen im Gleis - eine unverzichtbare Methode zur Auswahl neuer Oberbaukomponenten		D. Ebersbach, F. H. Muller-Boruttau	ETR 45(1996), H. 5 Mai	19	95	ISSN 0013-2845		271	280	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 1996	10	2426
72	3	4	5	Skjoter	Overbygningens komponenter	Hallstein Gåsemyr	Jernbaneverket	19	97			1	23	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	23	2449
73	3	4	5	UIC54- ja UIC60-päällysrakenteiden siirtymämittaukset pyöräkuo	Tutkimusselostus	TKK/LUJ		19	95			1	8	RHK	Kari Ojanperä		8	2457
74	3	4	13	NBS I 25: föreskriftar för spårkonstructioner på broar med genno	Spor på broer	Niels Fisher-Nielsen	Banestyrelsen	19	97			1	65	RHK	Kari Ojanperä	Muovitasku: Banestyrelsen, teknik	65	2522
75	3	4		Bauarten des Oberbaues	DB, Fachbuch, Band 8/12	Eisenbahn-Fachverlag	Heidelberg, Mainz	19	79		1-6	1	216	RHK	Markku Nummelin		216	2738
76	3	4		Beanspruchung, Werkstoffbeschaffenheit, Profilwahl, Verschwe	Die Eisenbahnschiene	Fritz Fastenrath	Verlag von Wilhelm Ernst	19	77	3-433-00783-7	I-XIII	1	437	RHK	Markku Nummelin		437	3175
77	3	4		Kaarrekiskot	Ramo (3.6.2.5 - 3.6.4.5)	Oy VR-Rata Ab / Ratahallintokeskus		19	98			1	25	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	25	3200
78	3	4		Tekniska bestämmelser - föreskrifter för användning och konstru	NBS R 11	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	78			1	3	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	3	3203
79	3	5	13	Dimensjonerende parametre	Overbygningens komponenter	Hallstein Gåsemyr	Jernbaneverket	19	97			1	19	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	19	3222
80	3	5		Recherche pour l'augmentation de l'efficacité de la couche de ba	Fachvorträge	Jean-Pierre Huille	ÖVG Spezial, Band 41	19	98			216	224	RHK	Markku Nummelin	Kirja: Fahrwegoptimierung der Eisenbahnen - Innova	9	3231
81	3	6	7	Track Materials And Equipment Showcase	Track	IRJ	August 1995 International	19	95	ISSN 1351-1599		22	23	RHK / Arkisto		Kotelo: International Railway Journal 1995, 1996	2	3233
82	3	6		Track Quality and Ballast Bed	Lecture	Klaus Riessberger		19	98			1	37	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 FINSE	37	3270
83	3	9		Föreskrifter för spårkonstruktion på broar med genomgående ba	NBS I 25	Information från NBS-gruppen		19	91			1	6	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	6	3276
84	3	9		Spor på broer	Nordisk Baneteknisk Ingenioruddannelse, Ellivu	Niels Fischer-Nielsen	DSB	19	96			1	13	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	13	3289
85	3	9		Spår på broar	NBS I 19	Information från NBS-gruppen		19	88			1	32	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	32	3321
86	3	9		Tekniska bestämmelser - föreskrifter för använding och konstruc	NBS R 09	Rekommendation från NBS-gruppen		19	77			1	13	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	13	3334
87	3	10	1	Pyörä-kisko -yhteys nopean junan liikenteessä Helsinki-Pietari -	Muistio	Markku Nummelin	Rataosasto	19	95			1	6	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	6	3340
88	3	10		Material properties, cross-sections, welding, and treatment	Railroad Track, Theory and Practice	Fritz Fastenrath, Editor	Frederick Ungar Publishing	19	77	0-8044-4231-2	1-13	1	457	RHK	Markku Nummelin		457	3797
89	3	10		Railway applications - Track, Switches and crossings - Performance and acceptance, Part 1, Definitions		CEN/TC 256/SC 1/WG 18 N XXX, Final working draft of WG18		19	94			1	17	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	17	3814
90	3	10		Railway applications - Track, Switches and crossings, Part 6, Fixed common and obtuse crossings		CEN/TC 256, prEN (WI 256103)		19	98			1	24	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	24	3838
91	3	10		Review of existing experimental work in behaviour of CWR track	Improved Knowledge of forces in CWR track (in	ERRI D 202/RP 2	Utrecht	19	95			1	29	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	29	3867
92	3	10		Tekniska bestämmelser, Tillverkning och leverans av räler och t	Föreskrift BVF 524.11	Banverket		19	94			1	10	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	10	3877
93	3	10		Theory of CWR track stability	Improved Knowledge of forces in CWR track (in	ERRI D 202/RP 3	Utrecht	19	95			1	133	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	133	4010
94	3	10		Track, Rail, Part 2: Switch and crossing rails used in conjunction with flat bottom railway rails 46 kg/m and above		Final working draft of WG4, CEN/TC 256/SC 1/WG 4		19	97			1	90	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit	90	4100
95	3	12	13	Suurten akselipainojen vaikutuksia radan päällysrakenteeseen ja	Muistio	Mikko Karhunen	Valtionrautatiet	19	86			1	12	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	12	4112
96	3	12		Gleisgeometrie und Wirtschaftlichkeit - oder - wie gut muss ein G	Fachvorträge	Klaus Riessberger	ÖVG Spezial, Band 41	19	98			64	94	RHK	Markku Nummelin	Kirja: Fahrwegoptimierung der Eisenbahnen - Innova	31	4143
97	3	12		Kiskomurtumien korjaus, Jatkuvaksi hitsauksen edellytykset, Eristetyt kiskojatkokset, Hellekäyräilmoitus, Kiskovi		Matti Ovaska		19				1	40	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	40	4183
98	3	12		Nordic Seminar on Rail Grinding	Seminar notes	Speno International S.A.	Aarhus	19	92			1	180	RHK	Kari Ojanperä		180	4363
99	3	12		railtracer, System for measuring the straightness and position of rails and controlling lifting and alignment in tampnoptel				19	96			1	17	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 2/2	17	4380
100	3	12		Railway applications - Track, Portable construction and maintenance machines		Final working draft, CEN/TC 256/SC1/WG5/SG2 No 33E		19	97			1	23	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit	23	4403
101	3	12		Raiteen stabilointi, Ttk3 862/ -92	Muistio			-	-			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	1	4404
102	3	12		Raiteen tukeminen	Muistio			-	-			1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	3	4407

103	3	12		Raiteen vaihto yksiraiteisella pääradalla Trk870 raiteenvaihtokon	Luentomoniste	A. Loukkalahti, A. Kemi, E. Alho	Oy VR-Rata Ab	19	98		1	25	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	25	4432
104	3	12		Raiteenvaihtokone, TRK 870	Muistio			-	-		1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	2	4434
105	3	12		Skarvfritt spår, Regler för byggande och underhåll	Föreskrift rörande Banverkets spårteknik	Banverket		19	95		1	55	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 2/2	55	4489
106	3	12		Skarvfritt spår, Regler för byggande och underhåll	Föreskrift BVF 586.10	Banverket		19	95		1	84	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 2/2	84	4573
107	3	12		Tillåtet rälsslitage	NBS R 13	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	94		1	6	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	6	4579
108	3	12		Track Construction Work and Permanent Way Maintenance Exe	Nordic Permanent Way Seminar 1997	Gerhard Elis		19	97		1	30	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Tanska	30	4609
109	3	12		Track. Approval conditions for construction and maintenance machines. Part 1: Running of railbound machines		Final working draft, CEN/TC 256/SC 1/WG 5 N 76 E		19	96		1	85	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit	85	4694
110	3	13	1	Suurimman sallitun akselipainon määritys	Muistio	H. Fagerholm	Valtionrautatiet	19	82		1	8	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	8	4702
111	3	13		Spårläge för höga hastigheter	NBS R 29	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt banteknisk sama	19	98		1	36	RHK / Arkisto		Kansio: NBS Rekommendation, Information, Raport	36	4738
112	3	13		Underhåll av växlar i höghastighetsspår	NBS R 27	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt banteknisk sama	19	96		1	20	RHK / Arkisto		Kirja: NBS-gruppens sammanträde, NR 57 i Kiruna m	20	4758
113	3	13		Baxning med 3-punkts- respektive 4-punktsmetod	VTI notat, J 04, 20315-8	Björn Kufver	Linköping	19	90		1	20	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU 1996-97, Vecka 2, Pärm 2, Tällberg - $	20	4778
114	3	13		Ekonomi med rälsslipning?	NBS I 26	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	92		1	3	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	3	4781
115	3	13		Spårets sidostabilitet	Banöverbyggnadens komponenter, material och	Henrik Fagerholm	Oy VR-Rata Ab	19	97		1	38	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	38	4819
116	3	13		Technology Leads the Way to a New Generation of European Points and Crossings		Butzbacher Weichenbau Gesellschaft		19	96		1	5	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	5	4824
117	3	13		Utdrag av Kompendium i Jernbaneteknikk	Stasjoner	Odd Svennar		19	98(?)		1	15	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 FINSE	15	4839
118	3	13		Utmättning av räler	NBS I 09	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	84		1	35	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	35	4874
119	3	13		ASME rail transportation spring conference proceedings: pres. at joint ASME/IEEE railroad conference, Norfolk, V		IEEE/ASME Joint Railroad Conference	New York ASME	19	86		1	1	TKK / Pääkirjasto	P1 Sak IEEE/ASME		1	4875
120	3	15		NBS-Utredning "Tillåtna spårkrafter"	Tekniska Avdelningen, Lägesrapport april 1995	Sten Hammarlund	Banverket	19	95		1	18	VR / Mittausyksikkö	Juha Tammisto		18	4893
121	3			Investigating the dynamic behaviour of rigid track	Railway Gazette International September 1997	B. Verbic, G. Schmid, H-D Köpper, H. B	Reed Business Information	19	97	ISSN 0373-5346	583	586	RHK / Arkisto		Kotelo: Railway Gazette 1997, 1998	4	4897
122	3			Schienen mit geringeren Eigenspannungen	Schienen mit geringeren Eigenspannungen	Erwin Jericho	ETR 46(1997), H. 10 Okto	19	97	ISSN 0013-2845	663	666	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1997, 199	4	4901
123	3			Ursachen von Schienen-Eigenspannungen infolge Rollenrichtens und Beitrag zur Verringerung		W. Guericke, J. Weiser, H. Schmedder	ETR 46(1997), H. 10 Okto	19	97	ISSN 0013-2845	655	662	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1997, 199	8	4909
124	3			Verbesserung der Oberbauelastizität durch Verwendung einer S	DET, Jahrgang 120 (1996), Heft 4, April	Walter Stahl	Georg Siemens Verlagsbu	19	96	ISSN 0941-0589	157	163	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	7	4916
125	3			(sama myös englanniksi) Modelle zur Riffelauslösung, Vergleich	Verminderung der Riffelbildung auf der Schiene	ERRI D 185/RP 1	Utrecht	19	93		1	61	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	61	4977
126	3			A better understanding of continuous welded rail track	Rail Engineering International 1996/nr4	Coenraad Esveld		19	96		13	16	RHK	Kari Ojanperä		4	4981
127	3			Abbrennstumpfschweissen und Aufarbeiten von Schienen in den Schweisswerken		Deutsche Bundesbahn		19	91		1	25	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	25	5006
128	3			Aspects of Laying New Tracks	lecture at the Nordic Railway Seminar	Klaus Riessberger	Technischen Universität G	19	94		1	12	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Norja	12	5018
129	3			Autogenpressschweissen von Schienen in Japan	Autogenpressschweissen in Japan	H. Oishibashi, R. Yamamoto, K. Ueyam	ETR 46(1997), H. 3	19	97		117	121	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	5	5023
130	3			Banor för snabba tåg i Sverige	Nordisk Banteknisk Ingenörsutbildning	Håkan Tinus	NBIU 1996-97	19	97		1	37	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Tanska	37	5060
131	3			Baxberäkning av pilhöjdsmätta	Meddelande TM 95-06	Banverket		19	94		1	36	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU 1996-97, Vecka 2, Pärm 2, Tällberg - $	36	5096
132	3			Bekanntgabe zur Geschäftsbereichsrichtlinie 824 - Oberbauarbe	Nach Verteiler der DS 820 03	Deutche Bahn AG		19	94		1	27	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonhionta	27	5123
133	3			Catalogue of Rail Defects	Edition of 1 January 1979	UIC		19	79		1	110	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	110	5233
134	3			DB:n tutkimus kaarrenopeuksien nostamista varten	Muistio	Henrik Fagerholm	Rataosasto	19	91		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	1	5234
135	3			Dimensjonerende parametre	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivuo	NSB		19	96		1	24	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	24	5258
136	3			Entwicklung der Hochleistungsstrecken in Russland (lyhennelmä	Fachvorträge	Wladimir N. Kovaljov	ÖVG Spezial, Band 41	19	98		38	43	RHK	Markku Nummelin	Kirja: Fahrwegoptimierung der Eisenbahnen - Innova	6	5264
137	3			Erilaisia kiskopiirustuksia vuosilta 1960-82	Piirustuksia yms.			19	80(?)		1	50	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	50	5314
138	3			Eristysjatkoksia	Piirustuksia	Ratayksikkö	VR	19	95		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	4	5318
139	3			Eristysjatkosseuranta Kerava-Järvenpää	Raportti	Koehitsaamo	Oy VR-Rata Ab	19	96		1	36	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	36	5354
140	3			Flash-butt welding of rails / Abbrennstumpfschweissen von Schienen		Merkblatt Stahl 258	Beratungsstelle fur Stahlve	19	81		1	20	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	20	5374
141	3			Fortschritte in der Schweisstechnik des oberbaus bei der DB AG	Fortschritte in der Schweisstechnik	Klaus Meissner	ETR 46(1997), H. 3	19	97		109	113	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	5	5379
142	3			Grövre räler vid SJ		Statens Järnvägar	Banavdelningen	19	85		1	14	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	14	5393
143	3			Innovations in Railway Track	Alternatives for ballasted track	Coenraad Esveld	Delft	19	97		1	11	RHK	Kari Ojanperä		11	5404
144	3			Integrated numerical and experimental research of railway track structures		C. Esveld, A. W. M. Kok, A. de Man	Delft	19	97(?)		1	8	RHK	Kari Ojanperä		8	5412
145	3			Isolerskarvar	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Samarbete		19	89		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	3	5415
146	3			Isolerskarvar	NBS I 20	Information från NBS-gruppen		19	89		1	3	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	3	5418
147	3			Jatkuvakiskoraideoppi	Luentomoniste	Pekka Rautanen	Oy VR-Rata Ab	19	98		1	25	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	25	5443
148	3			Jatkuvakiskoraidepäivien alustuksia	Luentomoniste	Teuvo Majamäki	Oy VR-Rata Ab	19	98		1	8	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	8	5451
149	3			Jatkuvat kiskot	Jatkuvakiskoraideoppi		Ratahallintokeskus	-	-		1	18	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	18	5469
150	3			Järnvägsteknisk svetsning och lödning i spår samt riktning och k	Föreskrift BVF 524.2	Banverket		19	94		1	21	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	21	5490
151	3			Järnvägsteknisk svetsning, Skarvsvetsning, Brännsvetsning	Föreskrift BVF 524.23	Banverket		19	97		1	20	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	20	5510
152	3			Järnvägsteknisk svetsning, Skarvsvetsning, Formsvetsning	Föreskrift BVF 524.22	Banverket		19	95		1	24	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	24	5534
153	3			Järnvägsteknisk svetsning, Skarvsvetsning, Mobil brännsvetsnin	Föreskrift BVF 524.29	Banverket		19	97		1	14	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	14	5548
154	3			Järnvägsteknisk svetsning, Skarvsvetsning, Påsvetsning	Föreskrift BVF 524.25	Banverket		19	95		1	26	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	26	5574
155	3			Järnvägsteknisk svetsning, Skarvsvetsning, Termitsvetsning enl	Föreskrift BVF 524.21	Banverket		19	95		1	25	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	25	5599
156	3			Järnvägsteknisk svetsning, Svetspreparation, Spårväxeltungor a	Föreskrift BVF 524.290	Banverket		19	95		1	9	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	9	5608
157	3			Katalog der Schienenfehler	UIC, Internationaler Eisenbahnverband		UIC	19	79		1	105	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	105	5713
158	3			Kiskolle UIC54 sallitut nopeudet/akselipainot kiskon jalan vetojännitysten perusteella				19	88		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	1	5714
159	3			Kiskolle UIC60 sallitut nopeudet/akselipainot kiskon jalan vetojännitysten perusteella				19	88		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	1	5715
160	3			Kiskon hionta, Kehitys Suomessa	Muistio	M. Nummelin, K. Ojanperä	Ratahallintokeskus	19	95		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonhionta	3	5718
161	3			Kiskon jatkossovitukset	RAMO 3 (3.6.4)			19	97		1	17	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	17	5735
162	3			Kiskonhiontaprojektit	Raportteja, sopimuksia, kokousmuistioita yms.	Speno International SA, Ratahallintokeskus		19	97(?)		1	140	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonhionta	140	5875
163	3			Kiskonliikuntalaitteet	Ramo (3.6.7.1)			19	97(?)		1	10	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	10	5885
164	3			Kiskot ja niiden käyttö	Ratatekninen kurssi / Ratatekniikan perusteet	Kauko Kuokkanen		19	92		1	29	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	29	5914
165	3			Kiskovikojen UIC-luokitus	Kiskovikaluettelo	VR Rataosasto		19	95		1	59	RHK	Kari Ojanperä		59	5973
166	3			Kiskovikojen UIC-luokitus	Kiskovikaluettelo, VR 2749	Rataosasto	VR	19	95		1	120	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	120	6093
167	3			Krefter i Helsveist spor	Krefter i Helsveist spor	Frode Teigen	Jernbaneverket	19	97		1	12	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	12	6105
168	3			Krefter i helsveist spor	NBIU 96/97, Skinner			19	96		1	6	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	6	6111

169	3		Kvalitetsmått för banan, Räler	NBS I 21 / B	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	90		1	7	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	7	6118
170	3		Kvalitetsmått för banan, Spårlägesvärdering vid de nordiska järn	NBS I 21 / A	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	90		1	23	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	23	6141
171	3		Mobile Flash-butt Welding Machine K355 APT		Plasser & Theurer		-	-		1	32	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	32	6173
172	3		Oberbauberechnung mit Beispielen und Tafeln	Oberbauberechnung	Deutche Bundesbahn	Munchen	19	77		1	11	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	11	6184
173	3		Overbygningens komponenter - Dimensionering af skinner	Nordisk Baneteknisk Ingenioruddannelse, Ellivu	Niels Fischer-Nielsen	DSB	19	96		1	8	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	8	6192
174	3		Overbygningens komponenter - Vertikale og laterale kraefter	Nordisk Baneteknisk Ingenioruddannelse, Ellivu	Niels Fischer-Nielsen	DSB	19	96		1	11	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	11	6203
175	3		Overbygningens komponenter -dimensionering af skinner	Dimensionering af overbygningen	Niels Fisher-Nielsen	Banestyrelsen	19	97		1	8	RHK	Kari Ojanperä	Muovitasku: Banestyrelsen, teknik	8	6211
176	3		Overbygningens komponenter -vertikale og lateralekraefter	Dimensionering af overbygningen	Niels Fisher-Nielsen	Banestyrelsen	19	97		1	11	RHK	Kari Ojanperä	Muovitasku: Banestyrelsen, teknik	11	6222
177	3		Overbygningens komponenter, Skjoter	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivu	Hallstein Gåsemyr	NSB	19	96		1	10	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	10	6232
178	3		Performance Based Tie / Fastener Inspection Technique using t	GRMS Report	G. A. Carr, C. Stuart	GRMS	19	97		1	13	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	13	6245
179	3		Permissible limit values for the Y and Q forces and derailment cr	Question C 138, Rp 8	ORE	Utrecht	19	84		1	131	RHK	Kari Ojanperä		131	6376
180	3		Permissible limit values for the Y and Q forces and derailment cr	Question C 138, Rp 7	ORE	Utrecht	19	82		1	55	RHK	Kari Ojanperä		55	6431
181	3		Permissible limit values for the Y and Q forces and derailment cr	Question C 138, Rp 4	ORE	Utrecht	19	80		1	73	RHK	Kari Ojanperä		73	6504
182	3		Permissible limit values for the Y and Q forces and derailment cr	Question C 138, Rp 5/E	ORE	Utrecht	19	80		1	106	RHK	Kari Ojanperä		106	6610
183	3		Permissible limit values for the Y and Q forces and derailment cr	Question C 138, Rp 6/E	ORE	Utrecht	19	80		1	67	RHK	Kari Ojanperä		67	6677
184	3		Prufung von Abbrennstumpfschweissungen die mit der mobilen	Bericht	Deutche Bahn	Hannover	19	96		1	6	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	6	6683
185	3		Pyörä- ja ohjausvoimat (Q, Y) kiskorasituksen kriteerinä	Muistio	H. Fagerholm, M. Nummelin	Rataosasto	19	91		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	4	6687
186	3		Rail Integrity	Program Summaries, 1992 to 1996	Federal Railroad Administration	US Department of Transpo	19	97		1	6	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	6	6693
187	3		Rail Restraint	Program Summaries, 1992 to 1996	Federal Railroad Administration	US Department of Transpo	19	97		1	5	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	5	6698
188	3		Rail Welding	Quality Evaluation Methods for Rail Welds in Ja	Railway Technical Research Institute	Kokubunji	19	97		1	16	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	16	6714
189	3		Rail Welding	Estimation of Service Life of Rail Welding Joint (	Kenichi Takao	Tokyo	19	97		1	20	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	20	6734
190	3		Railmakers Meet Tougher Demands		Ken Yates	December 1995 Internation	19			1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	2	6736
191	3		Railway applications - Track, Rail Part 2: Switch and crossing rails used in conjunction with flat bottom symmetric		Final working draft of WG4, CEN/TC 256/SC 1/WG 4		19	97		1	88	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	88	6824
192	3		Railway applications - Track, Rail Part 3: Check rails		Final working draft of WG4, CEN/TC 256/SC 1/WG 4		19	97		1	18	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	18	6842
193	3		Raiteen toleranssien vaikutus raideleveyteen	Raportti	Tietosärmä Oy	Hämeenlinna	19	97		1	13	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	13	6855
194	3		Rapport om svillebytting i Kvinesheitunnelen på Sorlandsbanen		NSB Baneregion sor, Banekontoret	Kristiansand	19	90		1	16	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Norja	16	6871
195	3		Raskaampi kisko VR:llä	Muistio	Valtionrautatiet	Rautatiehallitus	19	87		1	9	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	9	6880
196	3		Ratakiskojen tekniset toimitusehdot	UIC-ohjelehti 860 V		Valtionrautatiet	19	82		1	5	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	5	6885
197	3		Rautatiekiskojen tekniset toimitusehdot	Muistio			19	96(?)		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	3	6888
198	3		Regler for helsveist spor	NBS R 25	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	94		1	35	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	35	6923
199	3		Ressourcenschonung durch Schienenschleifen	Eisenbahn Ingenieur Kalender '98	Dietrich Ebersbach	Verband Deutscher Eisenb	19	98	3-87814-507-1	215	237	RHK	Markku Nummelin		23	6946
200	3		Rälsspikar	NBS R 01	Tekniska bestämmelser	Nordiskt Banteknikst Sama	19	71		1	9	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	9	6955
201	3		Short Introduction to the Benefits of Rail Grinding	Introduction	Speno International SA		19	89		1	20	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonhionta	20	6975
202	3		Skarvfria spår - föreskrifter för byggnad, underhåll och tillsyn	NBS R 06	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	72		1	18	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	18	6993
203	3		Skinner, Skinnestålets egenskaper, produksjon og kontroll av sk	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivu	Frode Teigen	NSB	19	96		1	38	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	38	7031
204	3		Skinnestålets egenskaper, produksjon og kontroll av skinner	Skinner	Frode Teigen	Jernbaneverket	19	97		1	38	RHK	Kari Ojanperä .	Kansio: NBIU 97/98 1/2	38	7069
205	3		Spårets sidostabilitet	Nordisk banteknisk ingenjörsutbildning	Henrik Fagerholm	VR	19	96		1	35	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	35	7104
206	3		Spårlinjematematik och tolkning av baxdiagram	Nordisk banteknisk ingenjörsutbildning	Banverket		19	96(?)		1	20	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU 1996-97, Vecka 2, Pärm 2, Tällberg - S	20	7124
207	3		Suomen valtion rataverkolla käytetyt kiskot	Muistio			19	96		1	47	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	47	7171
208	3		Svetsmetoder	Banöverbyggnadens komponenter, material och	Bengt Dahl	Banverket	19	97		1	28	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 2/2	28	7199
209	3		Svetsreparationer av räls ute på spåret	Svetsreparationer av räls ute på spåret	B. Dahl, B. Mogard, Banverket, B. Gretoft, B. Ulander, Esab AB		19	97(?)		1	13	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 2/2	13	7212
210	3		Technical requirements for rail grinding	Draft	Finnish Rail Administration		19	98		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonhionta	4	7216
211	3		Technical Requirements for Rails	Translation of DB Spec, TL918254 of Sept '93			19	93		1	7	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	7	7223
212	3		Technical specification for the supply of rails	UIC Code 8 6 0 - O		UIC	19	86		1	37	RHK	Kari Ojanperä		37	7260
213	3		Technical Specification for the Supply of Rails	U I C Code 8 6 0 O	UIC		19	86		1	21	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	21	7281
214	3		Technische Lieferbedingungen fur Schienen	UIC - Codex 8 6 0 V		UIC	19	86		1	32	RHK	Kari Ojanperä		32	7313
215	3		Tekniska bestämmelser för tillåtet rälsslitage	Rekommendation från NBS-Gruppen	Nordiskt Banteknikst Samarbete		19	94		1	6	RHK	Markku Nummelin		6	7319
216	3		Tekniska bestämmelser för underhåll av rälsskarvar	NBS R 10	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	77		1	12	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	12	7331
217	3		Tekniska bestämmelser, Rälsslipning på linjen och i spårväxlar	Föreskrift BVF 524.16	Banverket		19	96		1	9	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonhionta	9	7340
218	3		Tekniska information - kriterier för rälsbyten	NBS I 02	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	76		1	34	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	34	7374
219	3		Termitsvetsning	Konsten att sammanfoga två rälsbitar	Peter Löf	Tåg 7/97	19	97		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	4	7378
220	3		The Gage Restraint Measurement System	WWW Home Page	GRMS		19	97		1	5	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	5	7383
221	3		Tillåtna hastigheter efter spårarbeten	BVF 540.33	Huvudkontoret	Banverket	19	94		1	11	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakennehitsaus, JK-raide	11	7394
222	3		Track alignment design parameters. Standard track. Part 1: Plain line		DK CEN/TC 256/SC 1/WG 15; Draft no 16, prENV 256099		19	98		1	46	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit (prEN)	46	7440
223	3		Track Structures in an Urban Environment	Symposium K.U. Leuven	Coenraad Esveld	Delft	19	97		1	21	RHK	Kari Ojanperä		21	7461
224	3		Track, Part of the System "Railway"	Lecture, Nordic Railway Seminar	Klaus Riessberger	Technischen Universität G	19	94		1	50	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Norja	50	7511
225	3		Track. Heavy rail. Part 1: Flat bottom symmetrical railway rails 46 kg/m and above		Committee draft, CEN, prEN 256009		19	96		1	112	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit (prEN)	112	7623
226	3		Track. Rail - Part 4: Flat bottom symmetrical railway rails from 27 kg/m to 46 kg/m		Final working draft of WG4, CEN/TC 256/SC 1/WG 4		19	98		1	44	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit	44	7667
227	3		UIC54 kiskojen kuntoanalyysi	Raportti	Tuotanto-osasto	VR	19	97		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskot	3	7670
228	3		Utförandefel vid termitsvetsning	Utförandefel vid termitsvetsning (Skall användas med omdöme)		Banverket (?)	19	97(?)		1	15	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 2/2	15	7685
229	3		Zentralstelle Umweltschutz und Materialprufung	Prufprotokoll			19	93		1	11	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	11	7696
230	3		Zulässige Höchstwerte der Y- und Q-Kräfte sowie des Quotiente	Frage C 138, Rp 3	ORE	Utrecht	19	79		1	94	RHK	Kari Ojanperä		94	7790
231	3		Zulässige Höchstwerte der Y- und Q-Kräfte sowie des Quotiente	Frage C 138, Rp 2/D	ORE	Utrecht	19	78		1	34	RHK	Kari Ojanperä		34	7824
232	3		Zulässige Höchstwerte der Y- und Q-Kräfte sowie des Quotiente	Frage C 138, Rp 1/D	ORE	Utrecht	19	77		1	52	RHK	Kari Ojanperä		52	7876
233	4	3	Tekniska information -rälsbefästningar för betongsliprar	NBS I 03	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	79		1	15	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	15	7891
234	4	5	Betoniratapölkkyjen kiskonkiinnitysten teknis-taloudellinen vertai	Betoniratapölkkyhankinta 1997-2000	M. Nummelin, K. Ojanperä	Ratahallintokeskus	19	96		1	5	RHK / Arkisto		Kansio: NBS	5	7896

235	4	5		Befestigelse	Overbygningens komponenter	Hallstein Gåsemyr	Jernbaneverket	19	97		1	78	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	78	7974
236	4	5		Betoniratapölkky B75, Pandrol-kiinnitys K54-kiskoon	Piirustus	Ratatekniilinen tsto	VR	19	83		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	7978
237	4	5		Betoniratapölkky B86, Pandrol-kiinnitys K54-kiskoon	Piirustus	Ratatekniilinen tsto	VR	19	86		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	7982
238	4	5		BP89-betoniratapölkky S, Pandrol-kiinnitys UIC60-kiskoon, raide	Piirustus	Tuotanto-osasto	Oy VR-Rata Ab	19	95		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	7986
239	4	5		BP89-betoniratapölkky SX, Pandrol-kiinnitys UIC60-kiskoon, raid	Piirustus	Tuotanto-osasto	Oy VR-Rata Ab	19	98		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	3	7989
240	4	5		BP89-betoniratapölkky, Pandrol-kiinnitys UIC60-kiskoon	Piirustus	Ratayksikkö	VR	19	91		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	7993
241	4	5		BP89-betoniratapölkky, sallitut porausalueet, Pandrol-kiinnitys U	Piirustus	Ratayksikkö	VR	19	92		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	7997
242	4	5		BV63-betoniratapölkky, Pandrol-kiinnitys K54-kiskoon	Piirustus	Ratatekniilinen tsto	VR	19	69		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	8001
243	4	5		BV69-betoniratapölkky, Pandrol-kiinnitys K54-kiskoon	Piirustus	Ratatekniilinen tsto	VR	19	70		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	8005
244	4	5		Kaapelien vientiin sovellettu BP89-betoniratapölkky, P-kiinnitys U	Piirustus	Ratayksikkö	VR	19	93		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	8009
245	4	5		Railway applications - Track, Fastening systems, Part 2, Performance requirements for fastening systems for co		CEN/TC 256/SC 1/WG 17 N 166 E, Final working draft of WG17		19	95		1	10	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	10	8019
246	4	5		Railway applications - Track, Fastening systems, Part 3, Performance requirements for fastening systems for wo		CEN/TC 256/SC 1/WG 17 N 167 E, Final working draft of WG17		19	95		1	9	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	9	8028
247	4	5		Railway applications - Track, Fastening systems, Part 4, Performance requirements for fastening systems for ste		CEN/TC 256/SC 1/WG 17 N 168 E, Final working draft of WG17		19	95		1	10	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	10	8038
248	4	6	13	Bedeutung der Oberbauforschung fur die Praxis	Der Eisenbahn Ingenieur, Sonderdruck aus Hef	Josef Eisenmann	Tetzlaff Verlag GmbH, Dar	19	86		1	10	TKK / TIE	Matti Levomäki		10	8048
249	4	6		Railway applications - Track, Fastening systems, Part 4, Performance requirements for fastening systems for sla		CEN/TC 256/SC 1/WG 17 N 217, Final working draft of WG17		19	96		1	15	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	15	8063
250	4	9		Furusliprar för spår, växlar och broar. Sammanställning av bestä	NBS I 07	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	81		1	6	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	6	8069
251	4	9		Tekniska bestämmelser - föreskrifter för användning och konstru	NBS R 09	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	77		1	9	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	9	8078
252	4	11	3	Track. Performance requirements for fastening systems. Part 6: Special fastening systems for attenuation of vibr		Draft , CEN/TC 256/SC 1/WG 17 N262		19	98		1	19	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit	19	8097
253	4	13		Inverkan från sliprar, rälsfästen och mellanlägg	NBS I 22 / C	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	90		1	3	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	3	8100
254	4			Premium Fasteners Point The Way Ahead	Rail Fastenings	Bob Tuzik	October 1995 Internationa	19	95	ISSN 1351-1599	37	38	RHK / Arkisto		Kotelo: International Railway Journal 1995, 1996	2	8102
255	4			Befestigelse	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivu	NSB		19	96		1	36	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	36	8138
256	4			Brosliprar av trä	NBS I 10	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	83		1	5	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	5	8143
257	4			Erfindungspatent fur die Schweiz und Liechtenstein	Patentschrift A5, CH 663 978 A5	Schweizerische Eidgenossenschaft	Bundesamt fur Geistiges E	19	78		1	9	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	9	8152
258	4			Erilaista Pandrol-materiaalia	Piirustuksia, raportteja yms.	Pandrol Rail Fastenings, Oy VR-Rata Ab		19	96(?)		1	47	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	47	8199
259	4			Kiinnitysjousi, erilaista Vossloh-materiaalia	Piirustuksia, raportteja yms.	Vossloh, Ratahallintokeskus		19	97(?)		1	50	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	50	8249
260	4			Kriterier för byte av sliprar av furu	NBS R 17	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	84		1	4	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	4	8253
261	4			Kvalitetsmått för banan, Sliprar	NBS I 21 / C	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	91		1	11	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	11	8264
262	4			Laminerade träsliprar, en studie av aktuella försök med laminera	NBS I 11	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	83		1	8	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	8	8272
263	4			Lasikuituvahvisteiset P-eristimet	Tekniset toimitusehdot	Rataosasto	Valtionrautatiet	19	94		1	8	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	8	8280
264	4			Overbygningens komponenter, Befestigelse	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivu	Hallstein Gåsemyr	NSB	19	96		1	56	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	56	8336
265	4			P-eristimen raaka-aine Zytel E51 HS	Hyväksyntä	Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	97		1	7	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	7	8343
266	4			P-eristimet	Piirustuksia	Tuotanto-osasto	Oy VR-Rata Ab	19	95(?)		1	40	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	40	8383
267	4			P-kumivälilevy, malli Teknikum	Tekniset toimitusehdot	Rataosasto	Valtionrautatiet	19	92		1	9	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	9	8392
268	4			Pandrol-jousi, Tyyppi E 1817 ja E 2039/1	Piirustuksia	Ratayksikkö	VR	19	92(?)		1	6	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	6	8398
269	4			Pandrol-jousikiinnitin (22), UIC54- ja UIC60-kiskoja varten B88-b	Piirustus	Ratayksikkö	VR	19	89		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	3	8401
270	4			Pandrol-jousikiinnitin, UIC54- ja UIC60-kiskoja varten B88-beton	Piirustus	Ratayksikkö	VR	19	88		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	3	8404
271	4			Railway applications - Track, Fastening systems, Part 1, Definitions		CEN/TC 256/SC 1/WG 17 N 203		19	96		1	6	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	6	8410
272	4			Renovering av träsliprar	NBS R 21	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	85		1	12	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	12	8422
273	4			Tekniska bestämmelser - riktlinger för placering och montering a	NBS R 07	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	74		1	4	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	4	8426
274	4			Tekniska bestämmelser för boksliprar	NBS R 16	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	81		1	7	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	7	8433
275	4			Tekniska bestämmelser för furusliprar	NBS R 15	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	81		1	7	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	7	8440
276	4			Tekniska bestämmelser för klämfjädrar system hey-back	NBS R 05	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	71		1	4	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	4	8444
277	4			Tekniska bestämmelser för rälsvandringshinder fair T	NBS R 04	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	71		1	10	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	10	8454
278	4			UIC54-kiskon Pandrol-kiinnitys B88- tai BP89-betoniratapölkkyy	Piirustus	Ratayksikkö	VR	19	88		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Kiskonkiinnitykset	3	8457
279	5	4		Sviller	Overbygningens komponenter	Hallstein Gåsemyr	Jernbaneverket	19	97		1	114	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	114	8571
280	5	6		Analysis of Distribution of Bearing Pressure on Ballast for Steel S	Japanese Railway Engineering No. 117, March	M. Kamiura, Y. Saegusa, H. Ohnuki		19	92		1	5	RHK	Pasi Leimi		5	8576
281	5	10		Betonipölkkyjen käyttö UIC54-vaihteissa	Muistio	Jari Pollari	Tuotanto-osasto	19	95		1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	2	8578
282	5	10		Railway applications - Track, Concrete Sleepers and bearers, Part 2.3, Prestressed bearers for switches and cro		CEN/TC 256/SC 1/WG 16 N XXX4 E, Final working draft of WG16		19	95		1	14	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	14	8592
283	5			Ladder sleepers perform well in tests	Railway Gazette International September 1997	Hajime Wakui	Reed Business Information	19	97	ISSN 0373-5346	589	592	RHK / Arkisto		Kotelo: Railway Gazette 1997, 1998	4	8596
284	5			B63 -esijännitetyt betoniratapölkyt	Yleiset tekniiliset määräykset	Valtionrautatiet	Rataosasto	19	68		1	6	RHK	Kari Ojanperä		6	8602
285	5			Beräkningsmormer för betongsliprar	NBS I 14	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknislt Sama	19	85		1	36	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer	36	8638
286	5			Beton-Eisenbahnschwelle BP 89 nach dem Long-Line-Verfaren	Technische Lieferbedingungen	Ratahallintokeskus		19	96		1	11	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	11	8649
287	5			Betoniratapölkkymallit	Muistio	Ratahallintokeskus		19	95(?)		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	1	8650
288	5			Betoniratapölkyille sallitut nopeudet/akselipainot	Muistio	Ratahallintokeskus		19	95		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	1	8651
289	5			Betonisten ratapölkkyjen kuntotutkimus	Tutkimusselostus NRO RTE80023/96	VTT Rakennustekniikka		19	96		1	29	RHK	Kari Ojanperä		29	8680
290	5			Betonivaihdepölkky	Tekniset toimitusehdot, Nro 2617	Rataosasto	Valtionrautatiet	19	92		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	3	8683
291	5			Betonschwelle B70	Beanspruchungen in Abhängigkeit	B. Richter	Leipzig	19	96		1	64	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	64	8747
292	5			Betonschwelle B70, Spur 1520mm		B. Richter	Leipzig	19	95		1	17	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	17	8764
293	5			BP92-betonivaihdepölkky, SKL-kiinnitys UIC 60-kiskoon	Piirustus	VR Ratayksikkö		19	92		1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	2	8766
294	5			BP92-betonivaihdepölkkyjen kaapelien sijoitukset	Piirustus	VR Ratayksikkö		19	94		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	1	8767
295	5			Concrete Sleepers	Technical Specifications, No. 2608	Permanent Way Department	Finnish State Railways (VR	19	92		1	14	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	14	8781
296	5			Concrete Turnout Sleepers for Direct Fixation Applications	Descriptive Analysis	Butzbacher Weichenbau Gesellschaft		19	95		1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	4	8785
297	5			Eisenbahnwesen - Oberbau, Betonschwellen, Teil 2.1 Spannbet	Schluss- Entwurf der WG 16, CEN/TC 256/SC 1/WG 16 N XXX2 E			19	95		1	14	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	14	8799
298	5			Haapamäen kyllästämö	Muistio	Oy VR-Rata Ab		19	96		1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	3	8802
299	5			Kreosootin ja sillä käsitellyn puun käytön sekä markkinoille luovu	Valtioneuvoston päätös	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (94/60/EY)		19	95		1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	2	8804
300	5			Mäntypuisten rata-, silta- ja vaihdepölkkyjen tekniset toimitusehd	Tekniset toimitusehdot	Valtionrautatiet	Rataosasto	19	94		1	7	RHK	Kari Ojanperä		7	8811

301	5			Overbygningens komponenter, Sviller	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivud	Hallstein Gåsemyr	NSB	19	96			1	117	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	117	8928
302	5			Oy VR-Rata Ab:n kyllästämön tarkastus Haapamäellä 20.9.1995	Muistio	Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	95			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	1	8929
303	5			Pitkäpetimenetelmällä valmistettu BP89 -betoniratapölkky	Tekniset toimitusehdot	Valtionrautatiet	Rataosasto	19	92			1	15	RHK	Kari Ojanperä		15	8944
304	5			Railway applications - Track, Concrete Sleepers and bearers, Part 1, General requirements		CEN/TC 256/SC 1/WG 16 N XXX1 E,	Final working draft of WG16	19	95			1	25	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	25	8969
305	5			Railway applications - Track, Concrete Sleepers and bearers, Part 2.1, Prestressed monoblock sleepers		CEN/TC 256/SC 1/WG 16 N XXX2 E,	Final working draft of WG16	19	95			1	14	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	14	8983
306	5			Railway applications - Track, Concrete Sleepers and bearers, Part 2.2, Twinblock reinforced sleepers		CEN/TC 256/SC 1/WG 16 N XXX3 E,	Final working draft of WG16	19	95			1	17	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	17	9000
307	5			Railway applications - Track, Concrete Sleepers and bearers, Part 2.4, Special elements		CEN/TC 256/SC 1/WG 16 N XXX5 E,	Final working draft of WG16	19	95			1	5	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 11-20	5	9005
308	5			Railway applications - Track, Wooden sleepers and bearers	Final working draft of WG 16, CEN/TC 256/SC 1/WG 16 N XXX6E			19	95			1	18	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	18	9023
309	5			Rapport 3.5, Infrastruktur, Forsknings- och utvecklingsprojekt av	30 TON på Malmbanan	Banverket, Tekniska Högskolan i Luleå		19	96			1	122	RHK	Kari Ojanperä		122	9145
310	5			Ratapölkkytutkimus	Tutkimusselostus N:o 80023/96, luonnos	Rakennustekniikka	VTT	19	96			1	9	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	9	9154
311	5			Spannbetonschwellen	Technische Lieferbedingungen	Bundesbahn		19	89			1	21	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	21	9175
312	5			Statische und dynamische Versuche nach dem Entwurf der CEN	Versuchsbericht	Deutsche Bahn AG	Magdeburg	19	96			1	42	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	42	9217
313	5			Structural timber - Determination of characteristic values of mechanical properties and density		CEN, EN 384:1995 E	Bruxelles	19	95			1	13	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit (prEN)	13	9230
314	5			Structural Timber Products and ancillaries	AH7 N 197, Mandate to CEN/CENELEC concerning the Execution of Standardisation w		European Commission	19	96			1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	3	9233
315	5			Technische Lieferbedingungen fur Eisenbahnschwellen aus Kief	Ubersetzung	RHK		19	97			1	7	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	7	9240
316	5			Tekniska information - betongsliprar vid de nordiska järnvägsförv	NBS I 01	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	76			1	19	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	19	9259
317	5			Timber Structures	European Standard, Final draft prEN 1193	European Committee for Standardisation		19	97			1	17	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	17	9276
318	5			Timber structures - Structural timber and glued laminated timber - Determination of some physical and mechanic		CEN, EN 408:1995 E	Bruxelles	19	95			1	19	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit (prEN)	19	9295
319	5			Vanhojen ratapölkkyjen hyötykäytön kehittäminen	Esitutkimukset	Riikka Kangas	Oulun Viatek Oy	19	96			1	21	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	21	9316
320	5			Vanhojen ratapölkkyjen hyötykäytön kehittäminen	Alustava työohjelma	Riikka Kangas	Oulun Viatek Oy	19	96			1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	3	9319
321	5			Vaurioituneiden betoniratapölkkyjen tarkastus Lohjalla 15.8.1997	Tarkastusmuistio	Markku Nummelin	Ratahallintokeskus	19	97			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	1	9320
322	6	3		Die Feste Fahrbahn aus Sicht der Aufsichtsbehörde Eisenbahn-Bundesamt		K. Siebecke, L. K. P. Ferraz, V. Jedam	ETR 45(1996), H. 5 Mai	19	95	ISSN 0013-2845		283	293	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 1996	11	9331
323	6	3		Seven slab track designs on test	Railway Gazette International February 1997		Reed Business Information	19	97	ISSN 0373-5346		103	105	RHK / Arkisto		Kotelo: Railway Gazette 1997, 1998	3	9334
324	6	3		Shinkansen slab track to be laid on earthworks	Railway Gazette International March 1996	Akio Nakahara	Reed Business Information	19	95	ISSN 0373-5346		139	142	RHK / Arkisto		Kotelo: Railway Gazette 1995, 1996	4	9338
325	6	3		Kuormittamattoman raiteen tukikerroksen sivuttaisvastus ja sen	Raiteen sivuttaisvastus	Jarmo Tomperi	HTTK, Tietekniikka, T16	19	79			1	132	RHK	Kari Ojanperä		132	9470
326	6	5		Y-Schellengleis mit Asphalttraschichten fur den Eisenbahnoberbau			Bitumen 2/1985	19	85			1	7	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	7	9477
327	6	7	8	Design of Road Foundations	Doctor Thesis	Nicholas H. Thomas	University of Nottingham	19	88			1	307	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		307	9784
328	6	7	8	Sitomattomien kerrosten ja alusrakenteen jäännösmoduulit ja deformoituminen		Jouko Pelt	Oulu, Tielaboratorio	19	96(?)			1	55	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		55	9839
329	6	7	8	JärnvägsAMA, Banverkets komplement till AMA 83	BVH 581.15 Handbok	Banverket		19	98			1	275	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		275	10114
330	6	7	8	Underbygning	JD 522, R._ler for vedlikehold	Jernbaneverket		19	98			1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		1	10115
331	6	7	8	Resilient Deformation Characteristics of Granular Materials	TTKK, Julkaisuja 223	Pauli Kolisoja	TTKK / GEO	19	97	951-722-911-9		1	202	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		202	10317
332	6	7	8	Den statiska & dynamiska tåglastens inverkan vid stabilitetsanal	literaturstudie och erfarenheter från Banverkets	fältmätningar, T91-1058/33	Borlänge	19	92			1	146	TKK / TIE	Matti Levomäki		146	10463
333	6	7	8	Den statiska och dynamiska tåglastens inverkan vid stabilitetsan	Tekniska Rapporter No 1994:2	Banverket		19	94			1	109	RHK	Pasi Leimi		109	10572
334	6	7	8	Pudotuspainolaitteen käyttö tien rakenteellisen toiminnan arvioinnissa ja parantamistarpeen suunnittelussa		L. Liimatta, J. Belt, E. Ehrola	Oulun Yliopiston tie- ja liike	19	89	951-42-2773-5		1	88	RHK	Pasi Leimi		88	10660
335	6	7	8	Radan tuenta routaeristyslevyjen asentamisen yhteydessä	Muistio	Georyhmä	VR Ratayksikkö	19	94			1	11	RHK	Pasi Leimi		11	10671
336	6	7	8	Rantaradan routaselvitys	Raportti	Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	96			1	27	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	27	10698
337	6	7	8	Rantaradan routaselvitys 10.4.1996			Ratahallintokeskus	19	96			1	26	RHK	Markku Nummelin	Kansio: geotekniikka, tunnelit	26	10724
338	6	7	8	Ratapenkereen stabiliteettilaskelmat	Tutkimusraportti	Pekka Koskela	Oulun Yliopisto	19	96		1-5	1	25	RHK	Markku Nummelin		25	10749
339	6	7	8	Rataverkon routa-analyysi ja raidesepelin käyttöikä	Loppuraportti		Oy VR-Rata Ab	19	95			1	10	RHK	Markku Nummelin	Kansio: geotekniikka, tunnelit	10	10759
340	6	7	8	Track foundation stresses under vertical loading		K.-H. Chu, G. C. Martin, D. C. C. Ma	Rail International	19	77			1	10	RHK	Pasi Leimi		10	10769
341	6	7	8	Underbygning	Forelesningsnotater	Geir Solheim		19	97			1	55	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 FINSE	55	10824
342	6	7	8	Yksiraiteisen ratapenkereen vakavuuslaskelmat	Tutkimusraportti	Jukka Rantala	TTKK	19	96			1	24	RHK	Markku Nummelin		24	10848
343	6	7	12	Suurten akselipainojen vaikutuksia radan päällysrakenteeseen ja	Muistio	Valtionrautatiet	Rautatiehallitus	19	86			1	12	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	12	10860
344	6	7		Resilient Behaviour of Granular Materials for Analysis of Highwa	Doctor Thesis	Mustafa Karasahin	University of Nottingham	19	93			1	314	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		314	11174
345	6	7		Sitomattomien materiaalien moduulit	Muodonmuutosmoduulien arviointimenettely, Ju	Pauli Kolisoja	TTKK / GEO	19	96			1	84	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		84	11258
346	6	7		Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuud	Esiselvitys kuormituskokeesta, Julkaisu 25	Pauli Kolisoja	TTKK / GEO	19	93			1	71	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		71	11329
347	6	7		Sitomattomien materiaalien moduulit	Vuoden 1995 kokeet, Julkaisu 35	Pauli Kolisoja	TTKK / GEO	19	96			1	68	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		68	11397
348	6	7		Sitomattomien kerrosten kiviainesten muodonmuutosominaisuud	Kirjallisuusselvitys, Julkaisu 24	Pauli Kolisoja	TTKK / GEO	19	93			1	147	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		147	11544
349	6	7		Ballast	Overbygningens komponenter	Hallstein Gåsemyr	Jernbaneverket	19	97			1	15	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	15	11559
350	6	7		Kiviaineksen rapautumisherkkyyden tutkimusmenetelmistä	Tutkimusraportti 425	R. Alkio ja J. Vuorinen	Espoo	19	97		1-7	1	45	RHK	Markku Nummelin		45	11604
351	6	7		Mechanical rehabilitation of Railway-Subgrades	Lecture, Nordic Railway Seminar	Klaus Riessberger	Technischen Universität G	19	94			1	20	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Norja	20	11624
352	6	7		Sepelin puhdistus ja routaeristyslevyjen asennus	Työvaiheen urakoiden laatusuunnitelma	Oy VR-Rata Ab		19	96			1	3	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	3	11627
353	6	7		Die Erhöhung der Oberbau-Tragfähigkeit durch eine Bewehrung	zwschen Bettung und Unterbau	S. Mazur, A. Surowiecki	ETR 38 (1989), H.1/2 - Jan	19	89			85	87	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	3	11630
354	6	12		Ballastrensing	Ballastrensing	Merete Kvidal	Jernbaneverket	19	97			1	14	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	14	11644
355	6	12		Guidelines for the Selection of Ballast Material and Maintenance	Report no. R-876	Steven Chrismer	Association of American R	19	94			1	55	RHK	Pasi Leimi		55	11699
356	6	12		Sepelinpuhdistuskone (Tsp 892/ -88, Tsp 93/ -92)	Muistio			-	-			1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: JK Raidepäivät 1998	2	11701
357	6	13		Rapautumisen vaikutus eräiden rakennuskivien lujuusominaisuu	TTKK, Julkaisuja 135	Pekka Ihalainen	Tampere	19	94	951-722-168-1		1	123	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		123	11824
358	6	13		Permanent deformation resistance of granular layers in paveme	Doctor Thesis	Francis Wai Kun Chan	University of Nottingham	19	90			1	146	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		146	11970
359	6	13		Underbygning	JD 520, Regler for prosjektering og bygging	Jernbaneverket		19	98			1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		1	11971
360	6	13		Distribution of axle-loads on ballasted railway bridges	UIC Code 7 7 4 - 2 R		UIC	19	94			1	27	RHK	Kari Ojanperä		27	11998
361	6	13		Spårjusteringens hållbarhet, Inverkan från underbyggnad och ba	NBS I 22 / A	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	90			1	8	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	8	12006
362	6	15		Large scale dynamic triaxial tests for Arbeidsfellesskapet KPG	Results of the supplementary test series	Pauli Kolisoja	TTKK / GEO	19	96			1	85	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		85	12091
363	6	15		Large scale dynamic triaxial tests for Arbeidsfellesskapet KPG	Results of the SHRP tests	Pauli Kolisoja	TTKK / GEO	19	96			1	80	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		80	12171
364	6	15		Tierakennusmateriaalien dynaamisten moduulien määrittäminen	Diplomityö, Julkaisu 20	Antti Souto	TTKK / GEO	19	93			1	106	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		106	12277
365	6			Characteristics of granular material for pavement analysis	Doctor Thesis	John William Pappin	University of Nottingham	19	79			1	162	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		162	12439
366	6			Factors influencing the repeated load behavior of railway ballast	Doctor Thesis	Knutson Reid Merray	Urbana, Illinois	19	76			1	183	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		183	12622

367	6			Permanent deformation behaviour of unbound granular materials	Licentiate Thesis, TRITA-IP FR 97-20	Fredrick Lekarp	KTH	19	97	ISSN 1104-683X	1	84	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		84	12706
368	6			Mekaniska egenskaper hos obundna stenmaterial I väg	En litteraturstudie, TRITA-IP AR 95-19	Fredrick Lekarp	KTH	19	95	ISSN 1104-7437	1	128	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		128	12834
369	6			Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienoneminen	Loppuraportti	Tielaitoksen selvityksiä 53/1994	Oulu, Geokeskus	19	94	951-47-9447-8	1	63	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		63	12897
370	6			Kalliomurskeiden käyttö sitomattomissa rakennekerroksissa	Esiselvitys	Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 26/199	Oulu	19	92		1	77	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		77	12974
371	6			Kalliomurskeiden palautumattomat muodonmuutosominaisuudet	Diplomityö	Nuutti Vuorimies	TTKK / GEO	19	95		1	147	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		147	13121
372	6			Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienoneminen	Esitutkimus	Tielaitoksen selvityksiä 34/1993	Oulu	19	93		1	86	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		86	13207
373	6			Sitomattoman kantavan kerroksen dynaamiset kimmokertoimet	Tutkimusraportti	V. Moilanen & O. Ravaska	Oulu	19	92		1	41	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		41	13248
374	6			Kalliomurskeiden tiivistyminen ja hienontuminen	Lisensiaatintyö	Teuvo Ryynänen	Oulu	19	96		1	95	TKK / TIE	Matti Levomäki		95	13343
375	6			Avliva myten om krossning		M. Evertsson, C. Briggs	Nr. 5-6/1996, Svensk Berg	19	96	ISSN 0039-6435	32	34	RHK / Arkisto		Kotelo: Svensk Bergs-& Bruks tidning, 1996, 1997	3	13346
376	6			Ballastföretag med kunden i fokus	Grus och makadam		Nr. 1/1997, Svensk Bergs-	19	97	ISSN 0039-6435	26	29	RHK / Arkisto		Kotelo: Svensk Bergs-& Bruks tidning, 1996, 1997	4	13350
377	6			Ballastless Track as an Alternative to Ballasted Track	Rail International	Josef Eisenmann	11/1995, Rail International	19	95		19	28	RHK / Arkisto		Kotelo: Rail International Schienen der Welt 1995, 19	10	13360
378	6			Ballastless Track Offers Long-Term Advantages	Track	Coenraad Esveld	September 1997 Internatio	19	97	ISSN 0744-5326	23	25	RHK / Arkisto		Kotelo: International Railway Journal 1997, 1998	3	13363
379	6			Ballastless track structures in Germany	Permanent Way	G. Leykauf, L. Mattner	Volume 1 Issue 3, Europea	19	95	ISSN 1351-1599	73	78	RHK / Arkisto		Kotelo: European Railway Review 1995, 1996, 1997	6	13369
380	6			Betriebserprobung Feste Fahrbahn zwischen Mannheim und Karlsruhe		E. Darr, B. Schaaf	ETR 45(1996), H. 12 Deze	19	95	ISSN 0013-2845	772	784	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 1996	13	13382
381	6			Die Feste Fahrbahn auf Asphalttragschichten	FF auf Asphalttragschichten	G. Oberweiler, R. Osswald	ETR 44(1995), H. 9 Septem	19	95	ISSN 0013-2845	643	647	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 1996	5	13387
382	6			Europastandarder för ballast -nu är de första här!	SP-Rapporten		Nr. 4/1996, Svensk Bergs-	19	96	ISSN 0039-6435	11	11	RHK / Arkisto		Kotelo: Svensk Bergs-& Bruks tidning, 1996, 1997	1	13388
383	6			Intensiv forskning om ballast	Grus och makadam		Nr. 1/1997, Svensk Bergs-	19	97	ISSN 0039-6435	31	31	RHK / Arkisto		Kotelo: Svensk Bergs-& Bruks tidning, 1996, 1997	1	13389
384	6			New Railway Projects Stimulate Non-Ballasted Track Developm	Permanent Way	M. I. Baxter	Volume 3 Issue 3, Europea	19	97	ISSN 1351-1599	87	95	RHK / Arkisto		Kotelo: European Railway Review 1995, 1996, 1997	9	13398
385	6			Potentiaalisten kallioalueiden etsintä 1997	Selvitys	TTKK/GEO	Tampere	19	98		1	57	RHK / Arkisto			57	13455
386	6			Provtagning av ballast	SP-Rapporten		Nr. 5-6/1996, Svensk Berg	19	96	ISSN 0039-6435	13	13	RHK / Arkisto		Kotelo: Svensk Bergs-& Bruks tidning, 1996, 1997	1	13456
387	6			Raidesepelilouhosten inventointi 1997	Selvitys	TTKK/GEO	Tampere	19	98		1	96	RHK / Arkisto			96	13552
388	6			Raidesepelin toimituksen vaiheet ja niiden kustannukset	Tutkimusraportti	Tero Palmu	Ratahallintokeskus	19	96		1	24	RHK / Arkisto			24	13576
389	6			Sieben neue Bauarten der Festen Fahrbahn in Betriebserprobun	DET, Jahrgang 121 (1997), Heft 5, Mai	E. Darr, K. Keller	Georg Siemens Verlagsbu	19	97	ISSN 0941-0589	309	318	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1997, 1998	10	13586
390	6			Stand der Entwicklung und des Einbaus der Festen Fahrbahn	DET, Jahrgang 120 (1996), Heft 4, April	E. Darr, W. Fiebig	Georg Siemens Verlagsbu	19	96	ISSN 0941-0589	137	149	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	13	13599
391	6			Asphalt im Eisenbahnoberbau - herstellung der Befestigungen u	Tecnische Berichte		Bitumen 3/1984	19	84		1	3	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	3	13602
392	6			Ballast	Temarapport 1997	NBGS - Geoteknikk	NBGS	19	97		1	43	RHK	Pasi Leimi		43	13645
393	6			Ballast Cleaning - Is It an Important Track-Work?	Lecture, Nordic Railway Seminar	Klaus Riessberger	Technischen Universität G	19	94		1	19	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Norja	19	13664
394	6			Ballast resistance under three dimensional loading	Interim rapport 7-97-103-4, TUD/Rbk	J. van 't Zand, J. Moraal	Delft	19	97		1	9	RHK	Pasi Leimi		9	13673
395	6			Ballastprofil i spår med sth högre än 160 km/h	Föreskrift		Banverket	19	94		1	4	RHK	Markku Nummelin	Kansio: geotekniiikka, tunnelit	4	13677
396	6			Ballaststabilisering - samhällsekonomisk kalkyl	NBS I 24	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknisk Sama	19	91		1	15	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	15	13692
397	6			Ein Schotteroberbau fur hohe Geschwindigkeiten	Schotteroberbau fur hohe Geschwindigkeiten	J. Eisenmann, R. Rump,	ETR 46(1997), H. 3	19	97		99	105	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	7	13699
398	6			Einheitliche Beurteilungskriterien der Schotterqualität und Bewertungsmethoden des Schotterzustandes im Gleis		ERRI D 182/DT 289	Utrecht	19	93		1	44	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	44	13743
399	6			Feste Fahrbahnen aus Asphalt fur den eisenbahnoberbau - Weiterentwicklung und neue Anwendungen			Bitumen 2/1988	19	88		1	8	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	8	13751
400	6			GMF Verksamheten 1996	Styrelsen för Grus och Makadamföreningen får härmed lämna verksamhetsberättelse för år 1996			19	96		1	25	RHK	Pasi Leimi		25	13776
401	6			GMF Verksamheten 1997	Styrelsen för Grus och Makadamföreningen får härmed lämna verksamhetsberättelse för år 1997			19	97		1	25	RHK	Pasi Leimi		25	13801
402	6			Krav til ballastpukk	Teknisk spesifikasjon	Jernbaneverket		19	97		1	6	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 1/2	6	13807
403	6			Low-maintenance ballastless track structures	Rail Engineering International 1997 3	Coenraad Esveld		19	97		13	16	RHK	Kari Ojanperä		4	13811
404	6			Makadamballast för järnväg	Föreskrift BVF 585.52	Banverket		19	96		1	15	RHK	Pasi Leimi		15	13826
405	6			Overbygningens komponenter, Ballast	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivuo	Hallstein Gåsemyr	NSB	19	96		1	32	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	32	13858
406	6			Raidesepeliksi soveltuvan kiviaineksen laatuvaatimukset	Diplomityö	Petri Uusi-Luomalahti	Tampere	19	94		1	113	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaineksen laatu	113	13971
407	6			Raidesepelin etsintä ja louhoskartoitus Riihimäen ja Kouvolan yr	Esiselvitys	TTKK/GEO		19	97		1	11	RHK	Markku Nummelin	Kansio: geotekniiikka, tunnelit	11	13982
408	6			Raidesepelin lujuuden arviointi haurauskokeen perusteella	Diplomityö	Ari Turunen	Tampere	19	86		1	72	RHK	Pasi Leimi		72	14054
409	6			Raidesepelin toimituksen vaiheet ja niiden kustannukset	Tutkimusraportti	Tero Palmu	Ratahallintokeskus	19	96		1	24	RHK	Pasi Leimi		24	14078
410	6			Rapport om ballastutskifting i Kvinesheitunnelen på Sorlandsbanen		NSB Baneregion sor, Banekontoret	Kristiansand	19	89		1	20	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Norja	20	14098
411	6			Sepelintoimittajien luokitteluohjelma	Tiedote	Tietosärmä Oy	Ratahallintokeskus	19	97		1	9	RHK	Markku Nummelin	Kansio: geotekniiikka, tunnelit	9	14107
412	6			Besondere Probleme des Oberbaus bei hohen Fahrgeschwindig	Steifigkeit, Dämpfung, Gleislageverschlechterun	F. Birmann, H-P Seraphim	ETR (27) 10 - 1978	19	78		631	636	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	6	14113
413	6			Erfahrungen und Neuerungen beim Schutz des Erdplanums unter Eisenbahngleisen bei der Deutschen Bundesb		Josef Spang	ETR (26) 4 - 1977	19	77		207	216	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	10	14123
414	6			Änderungen des Spannungszustandes unterhalb des Schotterbettes in Abhängigkeit von verschiedenen Geschw		Zbynek Jirsák	ETR (25) 10 - 1976	19	76		630	631	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	2	14125
415	6			Le problème de la stabilisation du ballast	Essais communs Ö.B.B. - S.N.C.F.	E. Klotzinger, J-P Fortin	Revue Générale des chem	19	78		680	689	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	10	14135
416	6			Das Verhalten des Schotters unter Belastung		J. Eisenmann, G. Kaess	ETR (29) 3 - 1980	19	80		201	208	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	8	14143
417	6			Verhaltensfunktion des Schotters	Folgerungen fur hohe Fahrgeschwindigkeiten	J. Eisenmann	Eisenbahningenieur 32 (19	19	81		100	103	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	4	14147
418	6			Ist der Schotteroberbau die richtige Konstruction fur Schnellfahrstrecken?		Klaus Riessberger	ETR 34 (1985), H.3 - März	19	85		239	245	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	7	14154
419	6			Erfahrungen mit dem Einbau und der Instandhaltung von Festen Fahrbahnen		J. Jansen, K. Ohm	ETR 38 (1989), H.5 - Mai	19	89		295	300	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	6	14160
420	6			Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol 210	The dynamic response of railway ballast to the a	Y. Luo, H. Yin, C. Hua		19	96		1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	14161
421	6			Fifth International Conference on the Bearing Capacity of Roads	Comparison of some structural analyses method	S. Baltzer, W. Zhang, R. MacDonald, P	Trondheim	19	98		1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	14162
422	7	6		Untersuchung verschiedener Planumsschutzchichten fur den Schotteroberbau		J. Eisenmann, E. Schneider	ETR (24) 4 - 1975	19	75		111	116	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	6	14168
423	7	8	9	Siltapäätyjen geotekniset ratkaisumallit	Routasuojausohjeet ja maarakennustyöselitys	Ratayksikkö	Valtionrautatiet	19	92		1	77	RHK	Pasi Leimi		77	14245
424	7	8	13	Maaperä-, kallioperä- ja geologisia karttoja		VR / Georyhmä		-	-		1	1	VR / Georyhmä	Jouko Suomalainen		1	14246
425	7	8		Dammgrundung auf Stopfsäulen fur die HG-Strecke Hannover-B	Dammgrundung auf Stopfsäulen	L. Christopher, K. Keller	ETR 45(1996), H. 4 April	19	95	ISSN 0013-2845	215	218	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 1996	4	14250
426	7	8		Ballast och banans underbyggnad	Banöverbyggnadens komponenter, material och	Harry Harjula	VR	19	89		1	108	RHK	Pasi Leimi		108	14358
427	7	8		Hastighets- och tåglastbegränsningar med hänsyn till geotekniskt	Meddelande från Statens Järnvägars Centralför	Erik Sandegren	SJ	19	70.		1	5	RHK	Pasi Leimi		5	14363
428	7	8		Käytetyt geovahvistemäärät, viime vuosina tehtyjen kohteiden lis	Geovahvistetutkimus, vaihe III			19	95		1	23	RHK	Pasi Leimi		23	14386
429	7	8		Mechanical Rehabilitation of Railway-Subgrades	Manuscript	Klaus Riessberger		19	93(?)		1	20	RHK	Pasi Leimi	Riippukansio: ei nimeä	20	14406
430	7	8		Murskaustuotteiden käyttö radan tukikerroksen alapuolella	Työselitys	Suunnitteluosasto	Oy VR-Rata Ab	-	-		1	14	RHK	Pasi Leimi		14	14420
431	7	8		Railway track foundations dynamics	Rail Engineering International Edition 1992 Num	Technical Univ. of Munich		19	92		1	4	RHK	Pasi Leimi		4	14424
432	7	8		Rapport 3.6, Infrastruktur, FoU Beräkningsmodell för grundläggn	30 TON på Malmbanan	Banverket, Tekniska Högskolan i Luleå		19	96		1	489	RHK	Kari Ojanperä		489	14913

433	7	8		Rapport 3.7, Infrastruktur, Geotekniska åtgärder	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	102	RHK	Kari Ojanperä			102	15015
434	7	8		Ratapenkereen stabiliteettilaskelmat	Tutkimusraportti	Pekka Koskela	Oulun Yliopisto	19	96		1	25	RHK	Pasi Leimi			25	15040
435	7	8		Tuettujen kaivantojen rakentaminen rautatiealueiden kaivantotöi	Ohjeisto, R	Georyhmä	VR Ratayksikkö	19	93		1	24	RHK	Pasi Leimi			24	15064
436	7	8		Tuettujen kaivantojen suunnittelu rautatiealueiden kaivantotöissä	Ohjeisto, S	Georyhmä	VR Rataysikkö	19	93		1	46	RHK	Pasi Leimi			46	15110
437	7	8		Tuettujen kaivantojen valvonta rautatiealueiden kaivantotöissä	Ohjeisto, V	Georyhmä	VR Rataysikkö	19	93		1	25	RHK	Pasi Leimi			25	15135
438	7	8		Yksiraiteisen ratapenkereen vakavuuslaskelmat	Tutkimusraportti	Jukka Rantala	VTT/GEO	19	96		1	24	RHK	Pasi Leimi			24	15159
439	7	11		Vibration Behaviors of Roadbed on Soft Grounds under Train Lo	QR of RTRI, Vol. 31, No. 1, '90. Feb	M. Sunaga, E. Sekine, T. Ito		19	90		1	7	RHK	Pasi Leimi			7	15166
440	7	13		Venäläisten vaunujen liikennöinti 24,5 t akselipainoilla, Ratapen	Muistio	VR / Geotekninen jaos		19	85		1	2	VR / Georyhmä	Jouko Suomalainen			2	15168
441	7	13		Venäläisten vaunujen liikennöinti 24,5 t (25 t) akselipainoilla	Muistio	VR / Raidejaosto		19	85		1	3	VR / Georyhmä	Jouko Suomalainen			3	15171
442	7			Alusrakenteen laatuvaatimukset	Vaihdepäivät	Harry Harjula		19	88		1	16	RHK	Pasi Leimi			16	15187
443	8	7	6	Rapport 3.4, Infrastruktur, Geoteknisk inventering	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	281	RHK	Kari Ojanperä			281	15468
444	8	7	6	Rapport 3.5, Infrastruktur, Stabilitetsutredning	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	94	RHK	Kari Ojanperä			94	15562
445	8	7	6	Rataosan Tampere-Lielahti routatutkimuksen suoritus ja saman	Teknikkotyö	Pasi Palmu	Tampere	19	96		1	57	RHK	Pasi Leimi			57	15619
446	8	7		Erelän sortuman syyt ja toimenpide-ehdotus	Muistio		Ratahallintokeskus	19	95		1	2	RHK	Markku Nummelin	Kansio: geotekniikka, tunnelit		2	15621
447	8	7		Koerakenteen rakentaminen, seurantamittaukset ja vertailu elem	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek Oy		19	97		1	40	RHK	Pasi Leimi			40	15661
448	8	7		Koerakenteen suunnittelu, rakentaminen ja laboratoriotutkimuks	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek Oy		19	97		1	48	RHK	Pasi Leimi			48	15709
449	8	7		Koerakenteen suunnittelu, rakentaminen ja seurantamittaukset,	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek Oy		19	97		1	184	RHK	Pasi Leimi			184	15893
450	8	7		Massastabilointi, Suomalaisella teknologialla rakennettiin tietä s	Artikkeli	M. Leppänen, S. Hoikkala, Viatek-Yhti	Me Rakentajat, Ympäristög	19	96		7	7	RHK	Pasi Leimi			1	15894
451	8	7		Uutta tekniikkaa hiekkabentoniittisuojauksessa	Artikkeli	Pia Rämö, Lohja Rudus Oy	Me Rakentajat, Ympäristög	19	96		18	21	RHK	Pasi Leimi			4	15898
452	8	7		Yhteenveto geovahvistuskohteista	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek Oy		19	97		1	51	RHK	Pasi Leimi			51	15949
453	8	7		Baumassnahmen zur Beseitigung einer akuten Geländebruchgefahr an Bahnanlagen in Schleswig-Holstein		E. Strieck, E. Lupatsch	ETR (27) 7/8 - 1978	19	78		459	464	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut		6	15955
454	8	7		Ingenieurgeologische Erkundungen fur die Planung einer Neubaustrecke		Helmut Maak	ETR (26) 12 - 1977	19	77		835	842	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut		8	15963
455	8			Distribution of Contact Pressure under Foundations		Laing Barden	Liverpool University	-	-		1	17	RHK	Pasi Leimi			17	15980
456	8			Geogrid reinforced railway embankment on piles - Monitoring	Geosynthetics: Applications, Design and Constr	E. Gartung, J. Verspohl, D. Alexiew, F	1996 Balkema, Rotterdam	19	96	90-5410-836-3	251	258	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Kaitos-päivä 29.1.1998, Mahdottomia rakent		8	15988
457	8			Mahdottomia tuotteita?	Uusimmat geovahvisteet	Anton Palolahti	Kaitos	19	98		1	25	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Kaitos-päivä 29.1.1998, Mahdottomia rakent		25	16013
458	8			Geosynthetics: Applications, Design and Construction	Geogrid reinforced railway embankment on piles	E. Gartung, J. Verspohl, D. Alexiev, F.	Balkema, Rotterdam	19	96	90-5410-836-3	251	258	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KAITOS-päivä 29.1.1998 MAHDOTTOMIA R		8	16021
459	8			Sondermassnahmen zur Lösung erd- und grundbautechnischer	Probleme	K. Martinek, M. Janker	Eisenbahningenieur 31 (19	19	80		457	467	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut		11	16032
460	9	3		Reduction of settlement at the bridge heads	Feasibility Study C7/7J No. 2a	ERRI - STI	UIC / Commission "Infrastr	19	95		1	4	RHK / Arkisto		Kirja: NBS-gruppens sammanträde, NR 56 i Norge		4	16036
461	9	3		Final Report	Lateral forces on railway bridges	ERRI D 181/RP 6	Utrecht	19	96		1	94	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo		94	16130
462	9	3		Spår på broar	NBS I 19	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	88		1	32	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,		32	16162
463	9	6		Distribution of axle-loads on ballasted railway bridges		UIC Code 774-2 R	International Union of Railw	19	94		1	27	RHK		Normikaappi, Kansio: 700 UIC		27	16189
464	9	6		Evaluation of dynamic tests	Stresses and strength of reinforced and prestres	ERRI D 183/RP 5	Utrecht	19	96		1	58	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo		58	16247
465	9	6		Evaluation of fatigue measurements	Stresses and strength of reinforced and prestres	ERRI D 183/RP 6	Utrecht	19	96		1	104	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo		104	16351
466	9	6		Evaluation of static measurements	Stresses and strength of reinforced and prestres	ERRI D 183/RP 4	Utrecht	19	96		1	46	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo		46	16397
467	9	6		Summary of technical data and figures of the measured bridges	Stresses and strength of reinforced and prestres	ERRI D 183/RP 3	Utrecht	19	96		1	70	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo		70	16467
468	9	8	7	Soil-Structure Interaction of Jointless Bridges on Piles	TTKK, Julkaisuja 200	Mauri Koskinen	Tampere	19	97	951-722-741-8	1	184	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja			184	16651
469	9	8	7	Rapport 3.0, Infrastruktur, Broar och geoteknik	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	34	RHK	Kari Ojanperä			34	16685
470	9			Loading diagram to be taken into consideration for the calculatio	ERRI D 192/RP 5, Final Report	UIC SC 7J		19	96		1	1	VR / Siltaryhmä	Vilho Roos			1	16686
471	9			Siltaohjeet (englanniksi)	UIC 700 - 800			-	-		1	1	VR / Siltaryhmä	Vilho Roos			1	16687
472	9			Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet	RSO	VR		-	-		1	100	VR / Siltaryhmä	Vilho Roos			100	16787
473	9			Rautatiesiltojen tekniset suunnitteluohjeet	RSTO	VR		-	-		1	100	VR / Siltaryhmä	Vilho Roos			100	16887
474	9			Euronormien soveltaminen rautatiesiltojen suunnittelussa	Diplomityö	Ville Jaatinen	Oulu	19	96		1	77	RHK / Arkisto				77	16964
475	9			Rautatiesiltojen ikäkäyttäytymisen ennustemallien kehittäminen	Diplomityö	Janne Wuorenjuuri	Espoo	19	98		1	104	RHK / Arkisto				104	17068
476	9			Seinäjoen vanha rautatiesilta - väsytyskokeet	Tutkimusraportti no. 961	Sillanrakennustekniikan laboratorio	TKK	19	96		1	59	RHK / Arkisto				59	17127
477	9			Siltojen betonipintojen ulkonäön parantaminen	Selvitys	Tielaitos, Sillansuunnittelu	Helsinki	19	97		1	99	RHK / Arkisto				99	17226
478	9			Terässiltojen käyttöikä	VTT Tiedotteita 1570	I. Hakola, T. Tirkkonen	Espoo	19	94	951-38-4664-4	1	205	RHK / Arkisto				205	17431
479	9			Kuormakaavion muutos 30 t:n akselikuormille	Muistio	Suunnitteluosasto	Oy VR-Rata Ab	19	98		1	30	RHK	Pasi Leimi			30	17461
480	9			Lateral Forces on Railway Bridges	Final Report	ERRI D 181/RP 6	Utrecht	19	96		1	92	RHK	Pasi Leimi			92	17553
481	9			Rapport 3.1, Infrastruktur, Inventering - broar	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	72	RHK	Kari Ojanperä			72	17625
482	9			Rapport 3.2, Bilagor, Infrastruktur, Beräkningar och konsekvense	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	50	RHK	Kari Ojanperä			50	17675
483	9			Rapport 3.2, Infrastruktur, Beräkningar och konsekvenser - broa	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	48	RHK	Kari Ojanperä			48	17723
484	9			Recommendations for the design of bridges to satisfy track requ	UIC Code 7 1 7 R		UIC	19	95		1	23	RHK	Kari Ojanperä			23	17746
485	9			Recommendations for the design of joist-in-concrete railway bridges		UIC Code 773 R	International Union of Railw	19	97	2-901585-63-9	1	53	RHK		Normikaappi, Kansio: 700 UIC		53	17799
486	9			Tampereen aseman tunneleiden kantavuusselvitys	Raportti	A-Insinöörit Oy	Oy VR-Rata Ab, RHK	19	98		1	15	RHK	Pasi Leimi			15	17814
487	9			Teräs siltojen rakennusaineena	Osa I. Teräs ja terässillat vuosina n. 1849...189	Esko Hyttinen	Oulu	19	95	951-42-4007-3	1	195	RHK	Pasi Leimi			195	18009
488	9			Teräs siltojen rakennusaineena	Osa II. Teräs ja terässillat vuosina n. 1890...194	Esko Hyttinen	Oulu	19	95	951-42-4105-3	196	406	RHK	Pasi Leimi			211	18220
489	9			Teräs siltojen rakennusaineena	Osa III. Teräs ja terässillat 1940-luvulla ja sen jä	Esko Hyttinen	Oulu	19	95	951-42-4116-9	407	601	RHK	Pasi Leimi			195	18415
490	9			Teräsputkien käyttö siltojen väli- ja päätytukirakenteissa	Diplomityö	Markku Alatalo	Oulu	19	96		1	70	RHK	Pasi Leimi			70	18485
491	10	2		Sammanställning över spårväxlar och regler för geometrisk utfor	NBS I 12	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Banteknikst Sama	19	84		1	17	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,		17	18502
492	10	2		Spårväxlars geometri	VTI notat, J 01, 20006-3	Björn Kufver	Linköping	19	88		1	26	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU 1996-97, Vecka 2, Pärm 2, Tällberg - S		26	18528
493	10	3		Track. Switches and crossings- performance and acceptance - Part 5: Switches		Final working draft, CEN/TC 256/SC 1/WG 18		19	98		1	31	RHK		Normikaappi, Kansio: EN-normit		31	18559
494	10	15		Poikittaisvoima- ja siirtymämittauksia, piirustuksia yms.		Valtionrautatiet		19	92(?)		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: Mittaustekniikka		1	18560
495	10	15		Summary of the common crossing designs to be tested, the test	Improved durability of switches and crossings s	ERRI D 184/RP 1	Utrecht	19	92		1	160	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo		160	18720
496	10	15		Tests on different types of crossings, Presentation of results, co	Improved durability of switches and crossings s	ERRI D 184/RP 4	Utrecht	19	96		1	138	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo		138	18858
497	10			Amelioration vibratoire des coeurs d'appareils de voie		André Spinelli	RATP	-	-		1	21	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset		21	18879
498	10			Improved Durability of Switches and Crossings Subjected to Incr	ERRI D 184/RP 2, Optimization of check rail ge	European Rail Research Institute	Utrecht	19	96		1	165	RHK	Markku Nummelin			165	19044

499	10			Improved Durability of Switches and Crossings Subjected to Inc	ERRI D 184/RP 3, Switch blades	European Rail Research Institute	Utrecht	19	96		1	163	RHK	Markku Nummelin		163	19207
500	10			Improved durability of switches and crossings subjected to incre	ERRI D 184/RP 1, Summary of the common cro	European Rail Research Institute	Utrecht, Netherlands	19	92		1	153	RHK	Markku Nummelin		153	19360
501	10			Kravspecifikation för frekvensomriktare till växeldriv JEA 90	Specifikation	ABB Signal AB		19	94		1	17	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Tärinämittaukset	17	19377
502	10			KRV 54 vaihteen välitangon vahvistus	Raportti	VR Osakeyhtiö		19	97		1	28	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	28	19405
503	10			Kvalitetsmått för banan, Växelområden	NBS I 21 / D	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	91		1	8	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	8	19413
504	10			New Point Machine Conference, Stocholm	Conference Documents			19	91		1	15	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Tärinämittaukset	15	19428
505	10			Pour la fourniture de coeurs monoblocs en acier au manganese	Specification technique	Département des Infrastructures et Aménagements		19	95		1	15	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	15	19443
506	10			Railway applications - Track, Switches and crossings - Performa	Final working draft of WG 18		CEN	19	94		1	8	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pohjoism. Kl. ryhmä	8	19451
507	10			Tekniska bestämmelser - föreskrifter för tillsyn och underhåll av	NBS R 08	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	76		1	18	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	18	19469
508	10			Tiltak mot vinterproblemer i sporveksler	Nordisk baneteknisk ingeniorutdanning 1997/98	Inge Hjertaas	Jernbaneverket	19	98		1	11	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 FINSE	11	19480
509	10			Underlag för Underhåll av växlar i höghastighetsspår	NBS R 27	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	96		1	19	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	19	19499
510	10			Vaihteenkääntölaitteet VR:llä	Muistio	VR Rataosasto	Ratayksikkö	19	92		1	1	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pohjoism. Kl. ryhmä	1	19500
511	10			Växelkonstructioner	Växelkonstructioner	Markku Nummelin	RHK	19	97		1	21	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 2/2	21	19521
512	10			Växelkonstructioner	Nordisk banteknisk ingenjörsutbildning	Markku Nummelin	RHK	19	96		1	22	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 2/2	22	19543
513	10			Växlar för höga hastigheter	NBS R 26	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt bantekniskt sama	19	94		1	23	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 97/98 2/2	23	19566
514	10			Växlar för höga hastigheter	NBS R 26	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	94		1	22	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	22	19588
515	11	1		Stress, Vibration and Noise Analysis in Vehicles	Applied Science Publishers	Edited by H.G. Gibbs and T.H. Richard	London	19	75	0-85334-642-9	1	485	VR / Mittausyksikkö	Juha Tammisto		485	20073
516	11	7		Embankment Vibration Caused by Running Trains on Shinkanse	Quarterly Reports Vol. 18 No. 4	M. Nasu, T. Komine, Y. Yasuda		19	77		1	6	RHK	Pasi Leimi		6	20079
517	11			Junaliikennetärinä	Loppuraportti, Tutkimusraportti nro 174/93	H. Komulainen, J. Törnqvist	VTT, Tie- geo- ja liikennete	19	93		1	230	TKK / TIE	Matti Levomäki		230	20309
518	11			Minimising Track Noise And Vibration	Track	IRJ	September 1997 Internatio	19	97	ISSN 0744-5326	20	21	RHK / Arkisto		Kotelo: International Railway Journal 1997, 1998	2	20311
519	11			Wirkungen von Verkehrserschutterungen auf Erdbauwerke und ungebundene Tragschichten im Oberbau		R. Rump, B. Ehling, E. Rehfeld	ETR 45(1996), H. 7/8 Juli/A	19	95	ISSN 0013-2845	485	491	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	7	20318
520	11			A literary survey of railway induced ground vibrations transmitte	Study report, publ. D96:3	Johan Johnsson	Chalmers tekniska högsko	19	96	ISSN 1400-7673	1	23	RHK	Pasi Leimi		23	20341
521	11			Hvordan gjor vi tiltak (=åtgärder) mot vibrasjoner	Seminar i Borlänge	Norges Geotekniske Institutt		19	97		1	48	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Tågtrafikgeneredade vibrationer	48	20389
522	11			Jernbanestoy - Luftlyd	Rapport R890	Matias Ringheim	kilde Akustikk as, Voss, No	19	97		1	16	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 FINSE	16	20405
523	11			Kiskokalustotekniikka /1993	Päästöt, Melu, Tärinä, Maankäyttö	Kari Pulli		19	93		1	34	RHK	Esko Sandelin	Kansio: Kiskoliikenteen perusteet	34	20439
524	11			Markvibrationer generedade av tågtrafik	Tågtrafikgeneredade vibrationer - ett jordnära pr	Anders Bodare	Stocholm	19	97		1	12	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Tågtrafikgeneredade vibrationer	12	20451
525	11			Markvibrationer vid tågpassage i höga hastigheter - erfarenheter	Tågtrafikgeneredade vibrationer - ett jordnära pr	Bo Andréasson	J&W, Göteborg	19	97		1	16	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Tågtrafikgeneredade vibrationer	16	20467
526	11			Measurement of railway induced building vibrations in Furet	Publ. D96:3	Johan Johnsson	Chalmers tekniska högsko	19	96	ISSN 1400-7673	1	59	RHK	Pasi Leimi		59	20526
527	11			Presentasjon av analyse og utverdering av målte vibrasjoner	Seminar i Borlänge	Norges Geotekniske Institutt		19	97		1	36	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Tågtrafikgeneredade vibrationer	36	20562
528	11			Pågående utvikling - i Norge	Seminar i Borlänge	Norges Geotekniske Institutt		19	97		1	49	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Tågtrafikgeneredade vibrationer	49	20611
529	11			Virkning på omgivelsene	Seminar i Borlänge	Norges Geotekniske Institutt		19	97		1	27	RHK	Pasi Leimi	Kansio: Tågtrafikgeneredade vibrationer	27	20638
530	11			Rautatieliikennetärinän mittaus	Muistio	RHK		19	98		1	33	RHK	Pasi Leimi		33	20671
531	11			Schwingungen von Schienen- und Strassenfahrzeugen		M. Mitschke, H. Helms	ETR (24) 10 - 1975	19	75		371	377	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	7	20678
532	12	1		Trends in the Maintenance of Modern Tracked Vehicles	Permanent Way	Gunter Schultes	Volume 1 Issue 4, Europea	19	95	ISSN 1351-1599	67	76	RHK / Arkisto		Kotelo: European Railway Review 1995, 1996, 1997	10	20688
533	12	3	1	The rolling contact fatigue performance and fatigue strength of r	Rail rolling contact fatigue	ERRI D 173/RP 5	Utrecht	19	96		1	34	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	34	20722
534	12	3	13	Rapport 4.4, Underhåll, Spårmekanisk analys	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96		1	94	RHK	Kari Ojanperä		94	20816
535	12	3		Control of rolling contact fatigue by In-service rail head grinding	Rail rolling contact fatigue	ERRI D 173/RP 16	Utrecht	19	97		1	250	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	250	21066
536	12	3		Effect of lubrication on rail head fatigue damage: site trial	Rail rolling contact fatigue	ERRI D 173/RP 17	Utrecht	19	96		1	31	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	31	21097
537	12	3		Proceedings of the Scandinavian Grinding Conference organised by Loram Rail Limited and held in Huddinge, Sweden 9-10 May 1995				19	95		1	115	RHK	Kari Ojanperä		115	21212
538	12	3		Speno International and Rail Rectification	Conference notes	Speno International S.A.	Geneva	19	97		1	143	RHK	Kari Ojanperä		143	21355
539	12	3		Tekniska information - underhållsnormer och krav för sido-, indu	NBS I 04	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	78		1	9	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	9	21364
540	12	3		The Cost of Railway Infrastucture (Investment and) Maintenance	Report to the UIC - Commission Infrastructure	BSL	Paris	19	96		1	44	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU Tanska	44	21408
541	12	6	7	Planunmsverbesserung mit RM 800 und SVV 100 System Hube	RM 800 und SVV 100	Uwe Hasselman	ETR 44(1995), H. 12 Deze	19	95	ISSN 0013-2845	823	826	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	4	21412
542	12	9		Rechtzeitige Instandsetzung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten, ein ökologischer und ökonomischer Gew		Ernst Landwehr	ETR 45(1996), H. 1-2 Janu	19	95	ISSN 0013-2845	66	70	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	5	21417
543	12	13		Lebenszykluskosten in der Bahntechnik (LCC)	Leitartikel	Helmut Kellerer	ETR 44(1995), H. 11 Nove	19	95	ISSN 0013-2845	723	724	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	2	21419
544	12	13		Rapport 4.3, Underhåll, Teknisk analys, Fältstudier på bandel 11	30 TON på Malmbanan	Banverket, Tekniska Högskolan i Luleå		19	96		1	32	RHK	Kari Ojanperä		32	21451
545	12	13		Rapport 5.1, Zeta-Tech, Quatification of track Maintenance costs	30 TON på Malmbanan	Zeta-Tech, Jernbaneverket, Banverket		19	96		1	66	RHK	Kari Ojanperä		66	21517
546	12	13		Der Oberbau - ein wichtiger Teil des Fahrweges		Helmut Maak	Eisenbahningenieur 40 (19	19	89		107	108	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	2	21519
547	12	15		Final report of track tests on naturally-hard and head-hardened r	Rolling contact fatigue	ERRI D 173/RP 18	Utrecht	19	96		1	95	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	95	21614
548	12			BISTRA - Instrumentarium zur Bewertung von Instandhaktungsstrategien fur den Eisebahnoberbau		L. Fendrich, I. Levkow, R. Schroeder-B	ETR 44(1995), H. 10 Okto	19	95	ISSN 0013-2845	691	696	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	6	21620
549	12			Mechanisierung der Gleisinstandhaltung im lokalen und regional	Mechanisierung der Gleisinstandhaltung	Rainer Wenty	ETR 45(1996), H. 5 Mai	19	95	ISSN 0013-2845	263	269	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	7	21627
550	12			Maintenance Experience on DB High-Speed Lines		Wolfgang Thiele	DB	19	95		1	104	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 NYBORG	104	21731
551	12			Productionmanagement and Maintenancefilosofy		Alfred Andersen	Banestyrelsen	19	98		1	19	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 NYBORG	19	21750
552	12			Rapport 4.1, Underhåll, Ekonomisk nulägesanalys	30 TON på Malmbanan	Banverket, Tekniska Högskolan i Luleå		19	96		1	35	RHK	Kari Ojanperä		35	21785
553	12			Rapport 4.2, Underhåll, Teknisk nulägesanalys	30 TON på Malmbanan	Banverket, Tekniska Högskolan i Luleå		19	96		1	65	RHK	Kari Ojanperä		65	21850
554	12			Rapport 4.5, Underhåll, Ekonomisk analys av underhållskostnad	30 TON på Malmbanan	Banverket, Tekniska Högskolan i Luleå		19	96		1	50	RHK	Kari Ojanperä		50	21900
555	12			Track Construction Work and Permanent Way Maintenance exe	Nordic Permanent Way Seminar 1998	Gerhard Ellis		19	98		1	191	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 NYBORG	191	22091
556	12			Oberbau und Edbau in gemeinsamer Verantwortung fur die Fahrwegerhaltung		Wofgang Henn	ETR 37 (1988), H. 1/2 - Ja	19	88		55	59	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	5	22096
557	13	1		KTH Järnvägsteknik, Spårburna fordon; översikt, kap 2	Järnvägsfordon och dess teknik	Kungl Tekniska Högskolan		19	93		1	47	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Pärm 2	47	22143
558	13	2		Radan suunnittelu ja rakentaminen	Diplomityö, T21	Helena Myllynen	TKK Tietekniikka	19	82	951-752-638-5	1	235	TKK / R-osaston kirjasto (kellarivarasto)			235	22378
559	13	3	1	Kiskokalustotekniikka /1993	Pitkittäisvoimat junassa, Radan, ratalaitteiden ja	P. Kuokkanen, R. Lindholm, H. Fagerholm, H. Leppänen, H. Ryyp		19	93		1	64	RHK	Esko Sandelin	Kansio: Kiskoliikenteen perusteet	64	22442
560	13	3		Akselipainon nosto 25 tonniin rataosalla Elijärvi-Röyttä	Muistio	Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	96		1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	2	22444
561	13	3		Imatrankoski (raja) - Imatra T - Harakka -reitin liikennöiminen 25	Muistio	Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	97		1	2	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	2	22446
562	13	6	7	Suurnopeusradan pengerleveyden määrittäminen	Diplomityö	Kirsi Leskelä	Espoo	19	95		1	120	RHK	Kari Ojanperä		120	22566
563	13	6		Flexible Pavements	Proceedings of the European Symposium Eurof	Edited by A. Gomes correia	IST/LNEC, Lisbon	19	96	90-5410-523-2	1	369	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		369	22935
564	13	6		Pavement analysis		Per Ullidtz	Elsevier, Denmark	19	87	0-444-42817-8	1	318	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		318	23253

565	13	7	8	Piirustuksia n. 15 000 kpl (RHK:n omaisuutta)	Työselityksiä, profiileja, poikkileikkauksia yms.	VR / Georyhmä		-	-			1	1	VR / Georyhmä	Jouko Suomalainen		1	23254
566	13	7	8	Cyclic loading of soils	from theory to design	Edited by M. P. O'Reilly & S. F. Brown	Blackie, Glagow and Lond	19	91	0-216-92898-2		1	475	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		475	23729
567	13	12		DB Introduces New TRack Standards	Track	Lothar Fendlich	August 1995 International	19	95	ISSN 1351-1599		19	20	RHK / Arkisto		Kotelo: International Railway Journal 1995, 1996	2	23731
568	13	12		Storre Sporarbeider	Foredrag NBIU 97/98	Odd Erik Berg	Jernbaneverket	19	98			1	50	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 FINSE	50	23781
569	13	12		Gestaltung und Instandhaltung der bautechnischen Infrastruktur	der DB fur den Hochgeschwindigkeitsverkehr	K. H. Naue, W. Neuhöfer	Eisenbahningenieur 39 (19	19	88			81	87	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	7	23788
570	13	14		Rail Planning Manual, Volume II	Guide for Planners	Federal Railroad Administration	US DOT, Washington, D.C	19	78			1	625	TKK / Pääkirjasto	P1 1. krs, 625; Tie- ja liikennetekniikka		625	24413
571	13	15		OECD full-scale pavement test	Road Transport Research	OECD, IRRD No. 837329	Paris	19	91	92-64-13469-7		1	259	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		259	24672
572	13			Laboratory assessment of pavement foundation materials	Doctor Thesis	Lam Wah Cheung	University of Nottingham	19	94			1	223	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja		223	24895
573	13			Suurnopeusratojen tekniset vaatimukset	Raportti	J. Törnqvist, P. Aaltonen	VTT	19	90			1	189	TKK / TIE	Matti Levomäki		189	25084
574	13			Beitrag zur Beschreibung der Bahnbelastung im Hochgeschwind	DET, Jahrgang 120 (1996), Heft 1, Januar	H. Biesenack, A. Hauptmann, K. Mulle	Georg Siemens Verlagsbu	19	96	ISSN 0941-0589		16	20	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	5	25089
575	13			Neue Standards im Fahrweg	Leitartikel	Peter Munchschwander	ETR 44(1995), H. 7-8 Juli/	19	95	ISSN 0013-2845		475	476	RHK / Arkisto		Kotelo: Eisenbahntechnische Rundschau, 1995, 199	2	25091
576	13			Nowerail, A link in the Arkhangelsk corridor	Freight	Gunnar Bärlund	1996-8/9, Rail Internationa	19	96			2	6	RHK / Arkisto		Kotelo: Rail International Schienen der Welt 1995, 1	5	25096
577	13			Open Access Comes To Heavy Haul	Heavy Haul Freight	Ian Hammond	April 1997 International Ra	19	97	ISSN 0744-5326		17	18	RHK / Arkisto		Kotelo: International Railway Journal 1997, 1998	2	25098
578	13			Rataverkon riskialueiden kartoitus, osa 1b	Riskialueiden maastokatselmukset	Jouni Kekäle	Oy VR-Rata Ab	19	96			1	133	RHK / Arkisto			133	25231
579	13			Wozu brauchen wir Eisenbahnen?	DET, Jahrgang 119 (1995), Heft 9/10, Septemb	Klaus Ebeling	Georg Siemens Verlagsbu	19	95	ISSN 0941-0589		294	299	RHK / Arkisto		Kotelo: Die Eisenbahn Technik, 1995, 1996	6	25237
580	13			A technical handbook on tramway, railway and other forms of tra	Trackwork	Edgar Allen	Imperial Steel Works, Engl	19	49(?)			1	204	RHK	Markku Nummelin		204	25441
581	13			CEN/TC256/SC1 -kokous	Matkakertomus	Markku Nummelin	Ratahallintokeskus	19	98			1	5	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	5	25446
582	13			Die dynamische Gleisstabilisation und die optimale Instandhaltu	Eisenbahn Ingenieur Kalender '98	Bernhard Lichtberger	Verband Deutscher Eisenb	19	98	3-87814-507-1		129	141	RHK	Markku Nummelin		13	25459
583	13			Eduskunnan Puhemiehelle	Kirjallinen kysymys n:o 339 ja vastaus	Tuula Linnainmaa	Liikenneministeri	19	96			1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Päällysrakenne	3	25462
584	13			Erilaisia koeajojen ja mittausten tuloksia, raportteja, kokousmuistioita yms.		Valtionrautatiet		19	87(?)			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: Voimien mittaukset	1	25463
585	13			Forskningsenhet för tunga transporter i kallt klimat	Rapport från arbetsgruppen, diskussionsunderla	T2K2-arbetsgrupp		19	97		1-6	1	74	RHK	Markku Nummelin		74	25537
586	13			Forskningsenhet för tunga transporter i kallt klimat	Rapport från arbetsgruppen	T2K2-arbetsgrupp		19	97			1	79	RHK	Kari Ojanperä		79	25616
587	13			Helsinki-Tampere junaliikenteen nopeuttaminen, tekniset mahdollisuudet		VR/ Suomalainen insinööritoimisto Oy	Liikenneministeriö	19	90		1-2	1	4	RHK	Markku Nummelin		4	25620
588	13			Huvudrapport	30 TON på Malmbanan / Ofotbanan	Banverket		19	97			1	65	RHK	Kari Ojanperä		65	25685
589	13			Höghastighetsprojektet i Finland	NBIU 1997/1998	Arto Kukkola	Oy VR-Rata Ab	19	98			1	26	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997/98 NYBORG	26	25711
590	13			Koeajot, Sr1 -veturi ja ns. siniset vaunut	Tutkimusseloste	VR Kalustotekniikka, Mittausryhmä		19	96			1	63	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	63	25774
591	13			NBS-gruppens sammanträde Nr 57 i Kiruna med studiebesök på malmbanan		Nordiskt Bantekniskt Samarbete		19	96			1	70	RHK	Pasi Leimi		70	25844
592	13			Nopeuden nostoon liittyvä selvitys	Tekniset vaatimukset	Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	96			1	9	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	9	25853
593	13			Normalsektioner för banan	Bantekniska sektionen		SJ	19	85			1	67	RHK	Kari Ojanperä		67	25920
594	13			Oberbauberechnung mit Beispielen und Tafeln	Oberbauberechnung	Bundesbahn-Zentralamt	Munchen	19	77			1	16	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	16	25936
595	13			Overbygningens komponenter, Dimensjonerende parametre	Nordisk Baneteknisk Ingeniorutdannelse, Ellivu	Hallstein Gåsemyr	NSB	19	96			1	19	RHK	Pasi Leimi	Kansio: VR NBIU 1996/1997 1/2	19	25955
596	13			Plenary session, Agenda with comments, Part 1	Commission Infrastructure	UIC	Firenze	19	97			58	193	RHK	Pasi Leimi		136	26091
597	13			Plenary session, Agenda with comments, Part 2	Commission Infrastructure	UIC	Firenze	19	97			194	410	RHK	Pasi Leimi		217	26308
598	13			Protokoll från 46 NBGS-mötet 1996-10-17 i Helsingfors	46 NBGS-mötet			19	96			1	52	RHK	Pasi Leimi		52	26360
599	13			Railway applications - Track, Acceptance of works, Part 1, Work on tracks		CEN/TC 256/SC 1/WG 21 N XX1 E, Final working draft of WG21		19	96			1	24	RHK		Normikaappi, Kansio: CEN/TC 256 WG 21-	24	26384
600	13			Railways in a state of transition	Outline of railway cooperation	Anders Olofsson	Banverket	19	97			1	18	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Tällberg - Sverige	18	26402
601	13			Railways in a state of transition	Nordisk banteknisk ingenjörsutbildning	Anders Olofsson	Banverket HK	19	96			1	11	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBIU 1996-97, Vecka 1, Pärm 1, Tällberg - S	11	26413
602	13			RAMO 3, Radan rakenne	Luonnos	Ratahallintokeskus		19	97			1	22	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	22	26435
603	13			Rapport 4.10, Underhåll, Studier av STAX 30 TON på järnvägar	30 TON på Malmbanan	Banverket		19	96			1	80	RHK	Kari Ojanperä		80	26515
604	13			Rapport 5.2, Zeta-Tech, Total operating costs	30 TON på Malmbanan	Zeta-Tech, Jernbaneverket, Banverket		19	96			1	50	RHK	Kari Ojanperä		50	26565
605	13			Ratalaitteiden tyyppihyväksyminen	Muistio		Ratahallintokeskus	19	95			1	3	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Tärinämittaukset	3	26568
606	13			Rataverkon riskialueiden kartoitus, osa 1C, Kerma, Heinävesi	Raportti	PSV-Maa ja Vesi, Jaakko Pöyry Group		19	97			1	35	RHK	Pasi Leimi		35	26603
607	13			Rataverkon riskialueiden kartoitus, osa 1C, Levonmaa, Vammala	Raportti	PSV-Maa ja Vesi, Jaakko Pöyry Group		19	97			1	42	RHK	Pasi Leimi		42	26645
608	13			Rataverkon riskialueiden kartoitus, osa 1C, Pohjoisrinne, Lieksa	Raportti	PSV-Maa ja Vesi, Jaakko Pöyry Group		19	97			1	49	RHK	Pasi Leimi		49	26694
609	13			Rataverkon riskialueiden kartoitus, osa 1C, Suunnittelukohderyh	Tiivistelmäraportti	Maa ja Vesi, Jaakko Pöyry Group		19	97			1	20	RHK	Pasi Leimi		20	26714
610	13			Rataverkon riskialueiden kartoitus, osa 1C, Suunnittelukohderyh	Tiivistelmäraportti	Maa ja Vesi, Jaakko Pöyry Group		19	97			1	20	RHK	Pasi Leimi		20	26734
611	13			Rataverkon riskikohteiden parannussuunnitelmien tiivistelmät	Raportti	Maa ja Vesi, Jaakko Pöyry Group		19	97			1	33	RHK	Pasi Leimi		33	26767
612	13			Rataverkon Riskiraportti	Raportti	Maa ja Vesi, Jaakko Pöyry Group		19	97			1	48	RHK	Pasi Leimi		48	26815
613	13			Ratayksikön tiedotuslehti, Nro 1, 16.11.1993	Ratayksikkö tiedottaa	Jaakko Peltomaa		19	93			1	6	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	6	26821
614	13			Ratayksikön tiedotuslehti, Nro 2, 15.12.1993	Ratayksikkö tiedottaa	Jaakko Peltomaa		19	93			1	4	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	4	26825
615	13			Ratayksikön tiedotuslehti, Nro 3, 4.3.1994	Ratayksikkö tiedottaa			19	94			1	2	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	2	26827
616	13			Ratayksikön tiedotuslehti, Nro 4, 19.4.1994	Ratayksikkö tiedottaa			19	94			1	4	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	4	26831
617	13			Ratayksikön tiedotuslehti, Nro 5, 20.6.1994	Ratayksikkö tiedottaa			19	94			1	2	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	2	26833
618	13			Ratayksikön tiedotuslehti, Nro 6, 8.2.1995	Ratayksikkö tiedottaa			19	95			1	3	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	3	26836
619	13			Spårjusteringens hållbarhet, Inverkan från räffor och vågor	NBS I 22 / B	Information från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	90			1	6	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	6	26842
620	13			Sr1 -veturin kulkuominaisuuksien tyyppihyväksyminen nopeudel	Tutkimusseloste	VR Kalustotekniikka, Mittausryhmä		19	96			1	64	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	64	26906
621	13			Suurimman sallitun akselipainon määritys	Muistio	Valtionrautatiet	Rautatiehallitus	19	82			1	8	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	8	26914
622	13			Suurnopeusratojen tekniset vaatimukset	Kirjallisuustutkimus	P. Aaltonen, J. Törnqvist	VTT	19	90			1	189	RHK	Pasi Leimi		189	27103
623	13			Tekniska bestämmelser - kvalitetsfordringar på spårläget	NBS R 18	Rekommendation från NBS-gruppen	Nordiskt Bantekniskt Sama	19	84			1	4	RHK	Pasi Leimi	Kansio: NBS, Rekommendationer och informationer,	4	27107
624	13			Tillämpning av beräkningsmodeller	30 ton på Malmbanan	Sten Hammarlund	Banverket	19	97			1	14	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: NBIU 1997-98, Vecka 1, Tällberg - Sverige	14	27121
625	13			Train Speedup and Track Structure	Article	Chuji Suda	Japanese Railway Enginee	19	86			1	11	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: Mittaustekniikka	11	27132
626	13			Tutkimusselostuksia suurimman sallitun nopeuden nostamiseksi, lehtiartikkeleita, kokousmuistioita yms.		Valtionrautatiet		19	87(?)			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: Voimien mittaukset	1	27133
627	13			Vormals Tascenbuch der Eisenbahntechnik	Eisenbahn Ingenieur Kalender '96	Verband Deutscer Eisenbahn-Ingenieu	Tetzlaff Verlag GmbH, Ham	19	96	3-87814-505-5		1	542	RHK	Markku Nummelin		542	27675
628	13			Weichen, 2. bearbeitete und ergänzte Auflage	Eisenbahnbau	G. Berg, H. Henker	Transpress, Berlin	19	86	3-344-0041-1	1-6	1	259	RHK	Markku Nummelin		259	27934
629	13			Yhteenveto nopeuden noston edellyttämistä rata- ja sähköteknisistä vaatimuksista		S. Kähkönen, M. Nummelin	Rataosasto	19	93			1	4	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: RAMO 3	4	27938
630	13			Yleistä rautateistä	Esittely / kalvosarja	VR		19	93			1	26	RHK	Pasi Leimi		26	27964

631	13			Der Oberbau auf den Neubaustrecken der Deutschen Bundesbahn		G. Kaess, H. Schultheiss	Eisenbahningenieur 35 (19	19	84			421	428	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	8	27972
632	13			Verfahren zur vergleichenden Beurteilung spurgebundener Schnellfahrzeuge		Jochen Feistkorn	ETR (27) 3 - 1978	19	78			133	136	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	4	27976
633	13			Schnelle Züge, schwere Lasten - was sagt der Oberbau dazu?		G. Kaess, D. Ebersbach	ETR 35 (1986), H. 1/2 - Ja	19	86			65	72	TKK / TIE	Matti Levomäki	Kansio: KIRSI -artikkelit -prujut	8	27984
634	13			Realigning railways in track renewals - methods and objectives	paper presented at the 1:st International Confer	Björn Kufver	Linköping Swedish National	19	98			1	1	TKK / Pääkirjasto	P1 Sak VTI särtry		1	27985
635	13			Evaluation of the U.S. Railway Association's Preliminary System	Ex Parte No. 293 (Sub-No. 5), Report of the Ra	Northeastern Rail Investigation, Interst	Washington, D.C.	19	75			1	543	TKK / Pääkirjasto	P1 1. krs, 625; Tie- ja liikennetekniikka		543	28528
636	13			Evaluation Report of the Secretary of Transportation's Prelimina	Ex Parte No. 329, Report of the Rail Services P	Interstate Commerce Commission	Washington, D.C.	19	76			1	69	TKK / Pääkirjasto	P1 1. krs, 625; Tie- ja liikennetekniikka		69	28597
637	13			Computers in railways 4 : Fourth International Conference on Co	Volume 1 Railway design and management	International Conference on Computer	Southampton Computation	19	94			1	1	TKK / Pääkirjasto	P1 Kirjat 2. krs; P1 B 656 Computers		1	28598
638	13			Evaluation report of the Secretary of transportation's preliminary	Report of the Rail services planning office to the secretary		Washington, D.C.	19	78			1	1	TKK / Pääkirjasto	P1 Kirjat 1. krs; P1 UK 656		1	28599
639	14	3		Modern Railway Track		Coenraad Esveld	W-Germany	19	89	90-800324-1-7	1-16	1	446	RHK	Markku Nummelin		446	29045
640	14	6	7	Der Eisenbahnunterbau	DB-Fachbuch, Band 8/20	C. Göbel, K. Lieberenz, F. Richter	Eisenbahn-Fachverlag, He	19	96		1-8	1	346	RHK	Markku Nummelin		346	29391
641	14	6	7	Track Geotechnology and Substructure Management		E. T. Selig, J. M. Waters	Thomas Telford, London	19	94	0-7277-2013-9		1	450	RHK	Pasi Leimi		450	29841
642	14			Bahnhofsgestaltung 1	Bahnhofsgestaltung, Band 1	Berthold Grau	Transpress	19	68	VLN 162.925/13/68	1-5	1	352	RHK	Markku Nummelin		352	30193
643	14			Bahnhofsgestaltung 2	Bahnhofsgestaltung, Band 2	Berthold Grau	Transpress	19	68	VLN 162.925/14/68	6-15	1	376	RHK	Markku Nummelin		376	30569
644	14			Die Grundlagen des Gleisbaues	Eisenbahnoberbau	Robert Hanker	Springer-Verlag, Wien	19	52		A-J	1	256	RHK	Markku Nummelin		256	30825
645	14			Railroad Engineering	Second Edition	William W. Hay	John Wiley & Sons	19	82	0-471-36400-2	9-30	140	758	RHK	Pasi Leimi		619	31444
646	14			Rautatiekiskot (huom. teos venäjäksi)			Transport, Moskova	19	87			1	479	RHK	Markku Nummelin		479	31923
647	14			Railway Track Engineering		J. S. Mundrey	TATA McGRAW HILL	19	93	0-07-460243-8		1	519	TKK / TIE	Olli-Pekka Hartikainen		519	32442
648	14			Railroad Track Mechanics and Technology		Edited by Arnold D. Kerr	Pergamon Press, Princeto	19	78	0-08-021923-3		1	431	TKK / Pääkirjasto	P1 1. krs, 625; Tie- ja liikennetekniikka		431	32873
649	15	1	3	Liikkuvaan kalustoon ja raiteeseen kohdistuvien voimien selvittä	Työryhmäselvitys	A. Kuisma, J. Tammisto, A. Kukkola, S	VR	19	94			1	22	VR / Mittausyksikkö	Juha Tammisto		22	32895
650	15	3	5	Radan siirtymämittaukset, Kelhä vko 36/37	Tutkimusselostus	TKK/LUJ		19	95		1-7	1	22	RHK	Markku Nummelin		22	32917
651	15	3		Kiskonliikuntalaitteen siirtymämittaukset, Jyväskylä 23.-25.9.1996		TKK/LUJ		19	96			1	11	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	11	32928
652	15	3		Raiteenmittaus Helsinki-Turku 9.8.1995, Turku-Toijala jne.	Muistio	Tekninen yksikkö	Ratahallintokeskus	19	95			1	3	RHK	Markku Nummelin	Kansio: kisko-pyörä-yhteys	3	32931
653	15	3		Track tests on naturally-hard and head-hardened test rails	Rail rolling contact fatigue	ERRI D 173/RP 3	Utrecht	19	93			1	96	RHK		Normikaappi, ERRI-kotelo	96	33027
654	15	3		Ultrakaikumittauksiin liittyvää materiaalia	Muistioita, sopimuksia, raportteja yms.	Speno International SA, Ratahallintokeskus		19	96(?)			1	45	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Ultrakaikumittaus	45	33072
655	15	4		Korkkikumin kuormituskoe	Tutkimusraportti	TTKK teknillinen mekaniikka		19	96			1	9	RHK	Kari Ojanperä	Kansio: Pölkyt	9	33081
656	15	4		Static and dynamic tests on rail fastening systems		J. van 't Zand, J. Moraal	Delft	19	97(?)			1	9	RHK	Kari Ojanperä		9	33090
657	15	4		Vastakiskon tukikappaleiden tukivoimamittaukset Loukon läntisessä turvavaihteessa 26.6.-7-7-1995		TKK/LUJ		19	95			1	12	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	12	33102
658	15	5	3	Dynaamiset Pendolino-kokeet Teknillisen korkeakoulun lujuusop	Muistio	TKK/LUJ		19	93			1	11	RHK	Kari Ojanperä		11	33113
659	15	7		Evaluation of Dynamic Earth Pressure Cells for Subgrade	Transportation Research Record 1596	E. T. Selig, J. Zhang, W. Ebersöhn		19	97(?)			1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	33114
660	15	7		Construction, Instrumentation and Load Testing of the Danish R	Transportation Research Record 1596	R. A. MacDonald, W. Zhang		19	97(?)			1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	33115
661	15	10	3	Poikittaisvoima- ja siirtymämittaukset vaihteissa ja kaarteessa Parkanon radalla vuonna 1986		M. Attila, M. Nummelin, P. Pappila	Helsinki	19	87			1	57	RHK	Markku Nummelin		57	33172
662	15	10		Dr 16-veturin aiheuttamat poikittaisvoimat ja siirtymät vaihteissa	Tutkimusselostus	M. Nummelin		19	88		1-8	1	38	RHK	Markku Nummelin		38	33210
663	15	10		Erilaisia vaihteiden voimamittauksia, raportteja, muistioita yms.		Valtionrautatiet		19	84(?)			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: Voimamittaukset	1	33211
664	15	10		KRV-54 vaihteen välitangon mittaukset, Inkeroinen 2.-4.9.1996		TKK/LUJ		19	96			1	9	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	9	33220
665	15	10		Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämitaukset toukoku	Tutkimusselostus/ Liite 3.0	TKK/LUJ		19	92			1	36	RHK	Markku Nummelin		36	33256
666	15	10		Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämitaukset toukoku	Tutkimusselostus	TKK/LUJ		19	92			1	24	RHK	Markku Nummelin		24	33280
667	15	10		Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämitaukset toukoku	Tutkimusselostus/ Liite 3.1	TKK/LUJ		19	92			1	42	RHK	Markku Nummelin		42	33322
668	15	10		Loukon suurnopeusvaihteen voima- ja siirtymämitaukset toukoku	Tutkimusselostus/ Liite 3.2	TKK/LUJ		19	92			1	42	RHK	Markku Nummelin		42	33364
669	15	10		Lyhyiden YV54-165-1:7-V -vaihteiden poikittaisvoimamittausajot	Raahessa 19.8.1997	Hanno Jussila	Ratahallintokeskus	19	97			1	27	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	27	33391
670	15	10		Poikittaiskiihtyvyysmittausajot Luumäen pitkissä YV60-5000/250	Muistio	Markku Nummelin		19	94			1	1	RHK	Markku Nummelin		1	33392
671	15	10		Poikittaisvoimamittaukset vaihteiden poikkeavissa raiteissa	Nopeuden nosto lyhyiden vaihteiden poikkeavis	Markku Nummelin	Ratahallintokeskus	19	95			1	63	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	63	33455
672	15	10		Poikittaisvoimamittaukset vaihteissa ja kaarteissa	Tutkimusselostus	Valtionrautatiet	Rautatiehallitus	19	85			1	25	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	25	33480
673	15	10		Vaihdemittaukset Luumäellä ja Juurikorvessa	Tutkimusselostus	TKK/LUJ		19	89			1	30	RHK	Markku Nummelin		30	33510
674	15	10		Vaihdemittaukset Vahojärvellä	Tutkimusselostus	TKK/LUJ		19	89			1	19	RHK	Markku Nummelin		19	33529
675	15	10		Vaihteiden kiinnitysten siirtymämittaukset laboratorio-olosuhteiss	Muistio	Valtionrautatiet	Ratayksikkö	19	87			1	28	RHK	Markku Nummelin	Kansio: raide- ja vaihdetekniset tutkimukset	28	33557
676	15	10		Vaihteiden siirtymä- ja muita mittauksia, koeajoraportteja, vaihdepiirustuksia yms.		Valtionrautatiet		19	88(?)			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: nimetön (vaal. sininen)	1	33558
677	15	10		Voima- ja siirtymämittaukset YV60-900-1:18 -vaihteessa Vahojärvellä 18.-26.9.1989		Mikko Attila		19	90		1-11	1	70	RHK	Markku Nummelin		70	33628
678	15	10		Voima- ja siirtymämittauksia, muistioita ja piirustuksia liittyen lähinnä Pendolinojen vastaanottokokeisiin		Valtionrautatiet		19	94(?)			1	1	RHK	Kari Ojanperä	Riippukansio: Pendolino koeajot	1	33629
679	15	11		Radan kiihtyvyysmittaukset, Peräseinäjoki, Elokuu 1995	Raportti 1	TKK/LUJ		19	95			1	28	RHK	Kari Ojanperä	Mappi: mittaustuloksia	28	33657
680	15			Measurement of Stress and Strain in an Unsurfaced Haul Road	Transportation Research Record 1596	A. R. Dawson, P. H. Little		19	97(?)			1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	33658
681	15			Eight International Conference on Asphalt Pavements	Paper, Danish Road Institute, Report 83	H. J. Ertman, P. Ullidtz, S. Baltzer, L. H	Seattle, USA	19	97	87-90145-35-6		1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	33659
682	15			TRB Annual Meeting 97, DRI Paper Presentation at Session 13	Pavement Instrumentation, Part 1, Danish Road	R. A. MacDonald, W. Zhang		19	97	87-90145-42-9		1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	33660
683	15			Subgrade Performance Study, Part 1: Materials, Construction an	Danish Road Institute, Report 85	R. MacDonald, S. Baltzer		19	97	87-90145-37-2		1	1	TTKK / GEO	Pauli Kolisoja	Mappi: mittaustuloksia	1	33661
				Teokset, joiden sijainnista ei ole tarkempaa tietoa:										***kysymysmerkillä tarkoitetaan pääasiassa teoksia,***				
														jotka on poimittu kirjallisuus- tai muista luetteloista				
1	1	3		Dynamic Behaviour of two-axled Wagons	B 12.3	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98			1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	1
2	1	3		Longitudinal Train Dynamics Computer Program	B 177.4	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98			1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	2
3	1	3		Permissible Longitudinal Compressive Forces on Empty Bogie V	B 12.4	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98			1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	3
4	1	3		Study of the Derailment Probability of Freight Trains as a Result	B 177.5	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98			1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	4
5	1	3		Test and Approval of Railway Vehicles from the Point of View of	C 209	ERRI Projects for the UIC Infrastructure Commission		19	98			1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	5
6	1	3		DIFF, A Computer Program for Numerical Analysis of Vertical Dy	Theory Manual an User's Manual	Division of Solid Mechanics	Chalmers University of Tec	19	94			1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.4, 30 ton på Malmbana	1	6
7	1	3		Hjulkontaktens inverkan på deformationsdefekter i rälens ytskikt	Examensarbete	M. Beser	KTH	19	94			1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.2, 30 ton på Malmbana	1	7
8	1	3		Progress in wheel and rail profile measurement	Proc. 6th Int. Conf. Heavy Haul	C. Esveld, O. Gronskov	Cape town	19	97			533	538	?			6	13

9	1	3		Review of rolling contact fatigue in rails		ERRI/ORE D 173/RP 1		19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.2, 30 ton på Malmbana	1	14
10	1	3		Rolling Contact Fatigue of a Rail Steel	Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Sys	P. Clayton, D. N. Hill	University of Waterloo Pre	19	87	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	15
11	1	13		Silent Freight	EU 921	ERRI Projects for the EU with UIC and/or Third-Party sponsorship		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	16
12	1	13		Analysis of Rail Track Structures (ARTS) User's Manual	Canadian Institute of Guided Ground Transport	G. P. Raymond et al.		19	80	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	17
13	1			Braking Assessment for High-speed Trains	B 126.4	ERRI Projects for the UIC Passanger Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	18
14	1			Collect and Analyse Measured Data on Residual Tensile Stresse	B 169.4	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	19
15	1			Computer Program SIMPACK	B 12.1	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	20
16	1			Preparation of a Specification for a Wheel	B 169.2	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	21
17	1			Verification of the Mechanical Dimensioning of Wheels	ERRI B 169.1	ERRI Projects for the UIC Freight Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	22
18	1			Winter problems with disc brakes	B 126.7	ERRI Projects for the UIC Passanger Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	23
19	1			Gångdynamisk analys av malmvagnar på Malmbanan vid körning i ideala kurvor		A. Berghuvud, A. Stensson	Tekniska Högskolan i Lule	19	97	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.4, 30 ton på Malmbana	1	24
20	1			Solid wheels for tractive and trailing stock - Tolerances	1st edition 1-1-86	UIC Code 812-2 OR	UIC	19	86	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	25
21	1			Technical specifications for the supply of rough rolled non-alloy s	4th edition 1-7-81 with sulphur prints	UIC Code 810-1 O	UIC	19	81	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	26
22	1			Technical specifications for the supply of rough tyres for tractive	4th edition 1-1-85	UIC Code 810-1 O	UIC	19	81	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	27
23	2	1		Integrated Study of Rolling Contact Fatigue	EU 942 ICON	ERRI Projects for the EU with UIC and/or Third-Party sponsorship		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	28
24	3	1		The effect of track and vehicle parameters on wheel/rail vertical dynamic forces		Jenkins et al	REJ, January 1974	19	74	1	1	?			1	29
25	3	3	10	Geometry of points and crossings with UIC rails permitting spee	1st edition 1-1-81	UIC Code 711 R	UIC	19	81	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	30
26	3	6		Influence of track life on the lateral displacement of track	Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 11	K. Klugar		19	72	446	449	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	4	34
27	3	10		Improved Knowledge of Forces in CWR track (including switches	D 202	ERRI Projects for the UIC Infrastructure Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	35
28	3	13	6	The significance of the rail lifting wave	Rail International, No. 10	J. Eisenmann		19	76	576	581	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	6	41
29	3	13	6	The effect of lateral loads on track movement	Proceedings of Symposium on Railroad Track M	C. O. Frederick	Princeton University	19	78	109	140	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	32	73
30	3	13		Silent Track	EU 922	ERRI Projects for the EU with UIC and/or Third-Party sponsorship		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	74
31	3	13		Comparison of Rail Behavior with 100-ton and 125-ton cars	Association of American Railroads Report R-405	Stone		19	80	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	75
32	3	13		Methods of improving the track formation of existing lines	1st edition 1-1-90	UIC Code 722 R	UIC	19	90	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	76
33	3	13		The impact of Rail Surface Defects	Railway Track and Structures	A. M. Zarembski		19	84	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	77
34	3	15		FAST/HAL Rail Performance Test	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	J. Hannafiou	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	78
35	3	15		Overview of the FAST HTL/HAL Rail Performance Tests	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	R. K. Steele	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	79
36	3			Determination of dynamic railway track construction properties b	Rapport 7-96-110-13, TUD/Rbk	A. P. Man		19	96	1	92	?			92	171
37	3			Determination of dynamic railway track construction properties b	Rail Engineering International 1996/nr4	A. P. Man		19	96	8	9	?			2	173
38	3			Dynamic behaviour of railway track	Post Doctural Course on High Speed Track	C. Esveld, A. W. M. Kok	Delft	19	97	1	28	?			28	201
39	3			Dynamic behaviour of Railway Track	Cursus Spoormechanica /College E58, TUD/Rb	C. Esveld, A. W. M. Kok		19	96	1	28	?			28	229
40	3			Empirical Rail Wear Model	Association of American Railroads Report WP-1	I. A. Reiner, D. E. Staplin		19	83	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	230
41	3			Estimation of Dynamic Track Properties	Dynamic behaviour of railway track	C. Esveld et al	1996/2 Rail Engineering In	19	96	17	20	?			4	234
42	3			FAST/HAL Track Loads Experiment	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	D. M. Read, D. E. Otter	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	235
43	3			Gångegenskapsprov Uanoo och Uad, stax 30 ton, -96	Laboratorierapport, nr 9612-10g	SJ Maskindivision		19	96	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.4, 30 ton på Malmbana	1	236
44	3			Laying and maintenance of track made up of continuous welded	1st edition 1-1-86	UIC Code 720 R	UIC	19	86	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	237
45	3			Lumped pulses and discrete displacements	Doct. Thesis	A. W. M. Kok	Delft University Press	19	95	1	1	?			1	238
46	3			Rail damage problems and Scandinavian experience	Proceedings of the Scandinavian Grinding conf	S. Grassie		19	95	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.2, 30 ton på Malmbana	1	239
47	3			Slacking of the track gauge on curves	2nd edition 1-1-78	UIC Code 710 R	UIC	19	78	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	240
48	3			Standard 54 kg/m rail profiles - Types UIC 54 and 54 E	3rd edition 1-1-69	UIC Code 861-1 O	UIC	19	69	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	241
49	3			Standard 60 kg/m rail profiles - Types UIC 60 and 60 E	3rd edition 1-1-69	UIC Code 861-3 O	UIC	19	69	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	242
50	3			Standard sections for points rails adapted to the UIC 54 and 60 k	3rd edition 1-1-89	UIC Code 861-2 O	UIC	19	89	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	243
51	3			Standard UIC 61 R (61.13kg/m) and UIC 68 R (68.46 kg/m) rail s	1st edition 1-1-67	UIC Code 861-4 O	UIC	19	67	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	244
52	3			Standard UIC type 71 (71 kg/m) rail section	1st edition 1-10-77	UIC Code 861-5 O	UIC	19	77	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	245
53	3			Stresses in Railroad Track -- The Talbot Reports	American Railway Engineering Association	A. N. Talbot et al.		19	80	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	246
54	3			Technical specification for the supply of rails	8th edition 1-7-86 incorporating Amendment 1 a	UIC Code 860 O	UIC	19	86	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	247
55	3			Thermit Weld Performance Under Heavy Axle load Operations a	1st Annual AAR Research Review	G. Garcia		19	95	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	248
56	3			Track stability and longitudinal forces	Cursus Spoormechanica /College E58, TUD/Rb	C. Esveld, M. Van		19	96	1	71	?			71	319
57	4	3		Rolled profiles for fish-plates for UIC 71 rails	2nd edition 1-1-83	UIC Code 864-9 O	UIC	19	83	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	320
58	4	3		Technical specification for the supply of fish-plates or sections fo	3rd edition 1-1-83	UIC Code 864-4 O	UIC	19	83	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	321
59	4			Locking elements for bolted connections	1st edition 1-1-95	UIC Code 802-72 OR	UIC	19	95	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	322
60	4			Mechanical stainless steel fasteners (hexagonal head screws an	1st edition 1-7-82	UIC Code 802-71 OR	UIC	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	323
61	4			Railway Applications - Track Fastening Systems: Draft EN AAA, June 1996 and Draft EN BBB, December 1995		Final working draft of WG 17. CEN/TC256/SC1/WG17		19	96	1	1	?			1	324
62	4			Rolled profiles for base-plates for UIC rails	3rd edition 1-1-83	UIC Code 864-7 O	UIC	19	83	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	325
63	4			Rolled profiles for fish-plates for 54 kg/m and 60 kg/m rails	3rd edition 1-1-83	UIC Code 864-8 O	UIC	19	83	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	326
64	4			Technical specification for the supply of base-plates or sections	3rd edition 1-1-83	UIC Code 864-6 O	UIC	19	83	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	327
65	4			Technical specification for the supply of rail seat pads	4th edition 1-1-86	UIC Code 864-5 O	UIC	19	86	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	328
66	4			Technical specification for the supply of sleeper screws	3rd edition 1-1-82	UIC Code 864-1 O	UIC	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	329
67	4			Technical specification for the supply of spring steel washers for	2nd edition 1-1-82	UIC Code 864-3 O	UIC	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	330
68	4			Technical specification for the supply of steel track bolts	3rd edition 1-1-82	UIC Code 864-2 O	UIC	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	331
69	5	4		FAST/HAL Concrete Tie and Fastener Equations	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	D. M. Read	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	332
70	5	4		FAST/HAL Wood Tie and Fastener Experiment	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	D. M. Read	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	333
71	5	6		Performance of Large-Scale Model Single Tie-Ballast Systems	Transportation Research Record 1131	G. P. Raymond, R. J. Bathurst		19	87	7	14	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	8	341
72	5	6		Correlation of concrete tie track performance in revenue service	Final Report, Report No. DOT/FRA/ORD-84/02	H. E. Stewart, E. T. Selig	Washington, D.C., US DO	19	84	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	342
73	5	6		Track buckling experiments of the Austrian federal railroads with	ETR Eisenbahntechnische Rundschau, Vol. 25	K. Klugar		19	74	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	343
74	5	10		Technical specification for the supply of cast manganese steel c	2nd edition 1-1-85	UIC Code 866 O	UIC	19	85	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	344

75	5	15	Concrete Tie Rail Seat Abrasion Test	1st Annual AAR Research Review	S. E. Gage, R. P. Reiff	Pueblo CO.	19	95		1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	345
76	5		Concrete Railway Sleepers	FIP State-of-the-Art report	Thomas Telford	London	19	87		1	1	? (VTT Rakennustekn	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	1	346
77	5		Fatigue Life of Prestressed Concrete Railway Sleepers	ISFF '91: Fatigue and Fracture in Steel and Con	R. A. G. Madhava (editor)	Structural Engineering Res	19	91		537	557	? (TKK:n pääkirjasto)	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	21	367
78	5		Impact and Fatigue of Prestressed Concrete Railroad Sleepers	ISFF '91: Fatigue and Fracture in Steel and Con	R. A. G. Madhava (editor)	Structural Engineering Res	19	91		559	564	? (TKK:n pääkirjasto)	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	6	373
79	5		30 Jahre Gesellschaft zur förderung der Spannbetonschwellen		J. Eisenmann (editor)	Munchen	19	85		80	108	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	29	402
80	5		Bemessung von Eisenbahnschwellen aus Beton fur dynamische	Betonwerk- und Fertigteiltechnik	K. Gylltoft, B. Nylander	Vol. 55, No. 6	19	89		72	75	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	4	406
81	5		Bond Fatigue Tests of Beams Simulating Pretensioned Concrete	Journal of the Prestressed Concrete Institute	P. H. Kaar, N. W. Hanson	Vol. 20, No. 5	19	75		65	80	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	16	422
82	5		Bond Fatigue Tests of Pretensioned Concrete Crossties. FIP/PCI VII Congress		P. H. Kaar, N. W. Hanson, W. G. Corle	New York	19	74		1	1	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	1	423
83	5		FIP-Sachstandsbericht Eisenbahnschwellen aus Beton	Betonwerk- und Fertigteiltechnik	K. Gylltoft	Vol. 53, No. 7	19	87		488	496	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	9	432
84	5		Langzeitverhalten von Spannbetonschwellen, Entwiklung Dimen	Eisenbahningenieur	G. Leykauf, N. Maleki	Vol. 44, No. 5	19	93		226	276	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	51	483
85	5		Serviceability of Prestressed Concrete Railway Sleepers	M.Sc. thesis	J. F. Muller	Queensland Institute of Te	19	85		1	1	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	1	484
86	5		Standard profile for 28 kg/m steel sleepers	2nd edition 1-1-83	UIC Code 865-2 O	UIC	19	83		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	485
87	5		Technical specification for the supply of non-treated track suppo	2nd edition 1-1-81	UIC Code 863 O	UIC	19	81		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	486
88	5		Technical specification for the supply of steel sleepers	3rd edition 1-1-83	UIC Code 865-1 O	UIC	19	83		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	487
89	5		The Railway Sleeper: 50 Years of Pretensioned, Prestressed Co	The Structural Engineering (UK)	H. P. J. Taylor	Vol. 71, No. 16	19	93		281	288	?	RHK / Arkisto	Kirjallisuusluettelo: Literature survey on fatigue of bo	8	495
90	5		Use of non-European timbers for the manufacture of sleepers	1st edition 1-1-86	UIC Code 863-1 OR	UIC	19	86		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	496
91	5		Correlation of concrete tie track performance in revenue service	Final Report, Report No. DOT/FRA/ORD-84/02	H. D. Harrison, E. T. Selig, F. E. Dean	Battelle Columbus Laborat	19	84		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Track Com	1	497
92	6	3	Ballast deformation and track detoriation	Track technology	M. J. Shenton	Thomas Telford Ltd, Londo	19	84		1	1	?			1	498
93	6	7	Materials Evaluation Study, Ballast and Foundation Research Pr	Report Nos. FRA-OR and D-77-02, Federal Rai	R. M. Knutson, M. R. Thompson, T. Mu	Washington, D.C.	19	77		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Permanent deformation behaviou	1	499
94	6	7	Earthworks and trackbed construction for railway lines	2nd edition 1-1-94	UIC Code 719 R	UIC	19	94		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	500
95	6	7	Track geotechnology and substructure management		E. T. Selig, J. M. Waters		19	94	0-7277-2013-9	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	1	501
96	6	7	Evaluation techniques for determining the strength characteristic	Report for Association of American Railroads	M. E. Ayers & M. R. Thompson	University of Illinois	19	89		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; In Situ Tes	1	502
97	6	7	Rapid shear strength evaluation of in situ ballast/subballast mate	Technical report submitted to USA-CERL	M. E. Ayers & M. R. Thompson	University of Illinois	19	88		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; In Situ Tes	1	503
98	6	7	Evaluation of the ability of geotextiles to prevent pumping of fine	Report No. AAR89-367P, M.S: degree project re	B. J. Byrne	University of Massachuset	19	89		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	504
99	6	7	Design for railroad ballast and subgrade support	ASCE, Vol. 104, No. GT1, Journal of the Geote	G. P. Raymond		19	78		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade B	1	505
100	6	12	Recent developments in predicting ballast life and economics	Report No. WP132, Association of American Ra	M. S. Chrismer	AAR Technical Center, Ch	19	88		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	506
101	6	12	Ballast fouling and drainage	Railway Track & Structures, May 1992	S. Chrismer, E. T. Selig		19	92		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	507
102	6	12	Ballast cleaning refinements save stone	Railway Gazette International, May 1990	N. P. Jeffries, D. M. Johnson		19	90		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	508
103	6	12	Investigation into potential chemical weathering of railroad ballas	Roadway and ballast, AREA Bulletin No. 736, Volume 93, May 1992		AREA Committee 1	19	92		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	509
104	6	12	Basic considerations for mechanical ballast cleaning	Rail Engineering international, Edition 2/1990	R. Wenty		19	90		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	510
105	6	12	Damage caused to ballast by mechanical maintenance techniqu	British Rail Research Technical Memorandum T	S. E. Wright		19	83		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Residual S	1	511
106	6	13	Modeling the thermal and mechanical response of railway struct	Seminar on Track-Bridge-Foundation-Soil Intera	H. A. Dieterman	Borlänge	19	94		1	15	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Soil-Structure Interaction of Joint	15	526
107	6	13	Resonant column testing of railroad ballast	Vol. 3, Proceedings of the tenth international co	B. Prange	Stocholm	19	81		273	278	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Tierakennusmateriaalien dynaam	6	532
108	6	13	FAST substructure static strain and deflection measurements fro	Report No. TSC81 - 269I	E. T. Selig	US DOT Transportation Sy	19	81		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	533
109	6	13	Track evaluation and ballast performance specifications	Transport Research Report 1131, Performance	M. J. Klassen, A. W. Clifton, B. R. Watt	Washington, D.C.	19	87		35	44	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	10	543
110	6		The design of pavement and rail track foundation	Cyclic loading of soils from theory to design	S. F. Brown & E. T. Selig	New York	19	91		249	305	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Soil-Structure Interaction of Joint	57	600
111	6		Braking and acceleration forces on bridges and interaction betwe	Report D 101, Rp 15 (In German)	ORE	Utrecht	19	79		1	74	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Soil-Structure Interaction of Joint	74	674
112	6		Braking and acceleration forces on bridges and interaction betwe	Report D 101, Rp 3 (In German)	ORE	Utrecht	19	70		1	65	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Soil-Structure Interaction of Joint	65	739
113	6		The Modelling of Granular Materials in Pavements	Transportation Research Record 1022	S. F. Brown & J. W. Pappin		19	85		45	51	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Permanent deformation resistanc	7	746
114	6		Deformation of Railway Ballast under Repeated Loading	Report RP5	M. J. Shenton	British Railways Research	19	74		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Permanent deformation resistanc	1	747
115	6		Deformation of railway ballast under repeated loading conditions	Railroad Track Mechanics and Technology	M. J. Shenton	Pergamon Press	19	87		205	255	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Laboratory assessment of pavem	51	798
116	6		Laboratory methods applied in predicting the durability of railway	Proceedings, Seventh International Congress, I	R. P. Uusinoka, P. E. Ihalainen, P. J. U	A. A. Balkema, Rotterdam	19	94	90-5410-503-8	3207	3210	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Kalliomurskeiden käyttö sitomatto	4	802
117	6		Effects of Stress History on Ballast Deformation	Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 113, N	V. A. Diyaljee		19	87		909	914	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Kalliomurskeiden palautumattom	6	808
118	6		Ballast and subgrade interaction considerations	Report No. WP-139, Association of American R	R. Ahlf	AAR Technical Center, Ch	19	88		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	809
119	6		Considerations of factors affecting ballast performance	Report No. WP-110, Association of American R	M. S. Chrismer	AAR Technical Center, Ch	19	85		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	810
120	6		Uniform ballast quality assessment criteria	Rail engineering international, Edition 2/1993	C. Esveld		19	93		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	811
121	6		Raidesepelin laatuvaatimukset	Muistio (?)	H. Harjula	VR	19	90		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	812
122	6		Sepelitukikerroksen laadun tutkimusohje	Muistio (?)	H. Harjula	VR	19	93		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	813
123	6		An investigation into ballast failures in concrete tie track on the ACN, Geotechnical Services		W. E. Jubien, J. Mekechuk		19	90		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	814
124	6		Beurteilung und Recycling von Altschotter	Eisenbahntechnishe Rundschau, 42/1993	G. Kaess, U. Kleinert		19	93		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	815
125	6		Raidesepelitutkimukset Oulun ratakeskuksen alueella		J. Kemppainen, J. Kolehmainen	Oulu	19	93		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	816
126	6		Sepelitukikerroksen kunnon selvitys Oulun ratakeskuksen aluee	Insinöörityö, Oulun teknillinen oppilaitos	J. Laitinen	Oulu	19	92		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	817
127	6		Advanced ballast technology		J. Mekechuk	Edmonton	19	91		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	818
128	6		A new method for evaluating railway ballast		J. Mekechuk	Edmonton	19	91		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	819
129	6		Ballast selection and grading	A summary report, CIGGT report No. 79-4	G. P. Raymond, C. J. Boon, R. W. Lak	Canadian Institute of Guide	19	79		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	820
130	6		Higher standards for track ballast	Progressive railroading, April 1985	G. P. Raymond		19	85		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	821
131	6		Railroad ballast prescription: State-of-the-art	Journal of Geotechnical Engineering Division, F	G. P. Raymond		19	79		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	822
132	6		Research on railroad ballast specifications and evaluation	Transportation Research Record 1006	G. P. Raymond		-	-		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	823
133	6		Abrasion tests for railroad ballast	American society for testing and materials	E. T. Selig, D. L. Boucher	Geotechnical testing journa	19	90		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	824
134	6		Causes of ballast fouling in track	AREA Bulletin No. 717	E. T. Selig, B. I. Collingwood, S. W. Fie	American Railway Enginee	19	89		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	825
135	6		Technische Lieberbedingungen, Gleisschotter	DB/DR-TL 918 061	Deutsche Bundesbahn	Munchen	19	92		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	826
136	6		Technische Prufbestimmungen fur die Prufung von Gleisschotter der DB (TPG)		Deutsche Bundesbahn, BZA Munchen	Munchen	19	92		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	827
137	6		Makadam för spårballast	Tekniska bestämmelser, TB 08.030	SJ, huvudkontoret	Stocholm	19	82		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	828
138	6		Unified assessment criteria for ballast quality and methods for assessing the ballast condition in the track, Study		ERRI D 182/RP 1	ORE	19	91		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	829
139	6		Unified assessment criteria for ballast quality and methods for assessing the ballast condition in the track, Asses		ERRI D 182/RP 2	ORE	19	91		1	1	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Raidesepeliksi soveltuvan kiviaine	1	830
140	6		Jakavan kerroksen murske 0-100mm, laboratoriotutkimukset, Mi	Moniste, Geovahvistetutkimus, vaihe III	A. Aalto, M. Lojander	Pohjarakennus ja maamek	19	97		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	831

141	6		Ballastkvalitet i spår efter ballastrening	Föreskrift BVF 585.51	Banverket		19	94	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	1	832
142	6		Ballastless track applications in tunnels, experience on SFR	SBB/CFF/FFS Permanent way department	Ch. Hofmann		19	95	1	1	?			1	833
143	6		Ballastless track structures in Germany	European Railway Review, September 1995	G. Leykauf, L. Mattner		19	95	73	78	?			6	839
144	6		Concrete in railway structures	Crow	P. N. Scheepmaker		19	97	1	62	?			62	901
145	6		Design and Earthwork of Cuts and Fills for for Concrete Slab Tra	Quarterly Reports Vol.14 No.2 1973	T. Ito, K. Iwasaki		19	73	67	71	?			5	906
146	6		Determining the criteria for ballast durability using triaxial tests		ERRI D 182/RP 3		19	94	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	1	907
147	6		Development of Labor-Saving Tracks for Existing Lines	Japanese Railway Engineering, Nos. 132 and 1	K. Ando, M. Kozeki		19	95	33	36	?			4	911
148	6		Die Feste Fahrbahn Bauart Zublin	EDTR 40 (1991) H.7 Juli	W. Fastenau, H. Widmann, A. Jetter		19	91	443	449	?			7	918
149	6		FAST/HAL Ballast Experiment	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	M. C. Trevizo	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	919
150	6		Heavy Axle Load Ballast Experiment	1st Annual AAR Research Review November 6-	M. C. Trevizo		19	95	111	122	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	12	931
151	6		Italienische Erfahrungen mit der festen Fahrbahn	Schienen der Welt, Febr. 1990	C. Focacci		19	90	2	8	?			7	938
152	6		Large scale dynamic triaxial tests with coarse grained aggregates		P. Kolisoja	Tampere	19	94(?)	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	1	939
153	6		Literature study on the influence of the grain size distribution on the physical-mechanical state engineering prope		ERRI D 182/DT 315		19	95	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	1	940
154	6		Perspektiven fur Strecken mit hohen Geschwindigkeiten oder ho	Feste Farhbahn-Konstruktionen	D. Hilliges	Der Oberbau Maart 1988	19	88	25	29	?			5	945
155	6		Repeated load triaxial tests on a dolomite ballast	Journal of the Geotechnical Engineering Divisio	G. P. Raymond, D. R. Williams		19	78	1013	1029	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	17	962
156	6		Resilient response of railway ballast	Transportation Research Record 651	R. M. Knutson, M. R. Marshall		19	77	31	39	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	9	971
157	6		Stand der Entwicklung und des Einbaus der Festen Fahrbahn	ZEV+DET Glas. Ann. 120 (1996) Nr. 4 April	E. Darr, W.Fiebig		19	96	137	149	?			13	984
158	6		Standardized technical specifications and description of the quality assurance system for railway ballast		ERRI D 182/RP 4		19	95	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.4, 30 ton på Malmbana	1	985
159	6		System comparison: ballasted track - slab track	Rail Engineering International 1993 2	W. D. Henn		19	93	6	9	?			4	989
160	6		Twenty Years experience on Slab Track	QR of RTRI Vol. 35 No. 1 Feb. 94	K. Ando, S. Miura, K. Watanabe		19	94	1	1	?			1	990
161	6		Performance of aggregates in railroads and other track performance issues		Transportation Research Record 1131	Washington, D.C.	19	87	1	63	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	63	1053
162	6		Railroad ballast ranking classification	Journal of Geotechnical Engineering Division	G. P. Raymond & V. A. Diyaljee	ASCE, Vol. 105, No. GT 10	19	79	133	153	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	21	1074
163	6		An investigation of the causes of railroad ballast fouling	Report No. AAR88-350P, M.S: degree project re	B. I. Collingwood	University of Massachuset	19	88	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1075
164	6		An investigation of the causes of railroad ballast fouling	Report No. AAR89-359P, M.S: degree project re	K. W. Tung	University of Massachuset	19	89	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1076
165	6		Selection and performance of railroad ballast	Railroad Track Mechanics and Technology, Pro	Edited by A. D. Kerr	Pergamon Press	19	75	369	386	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	18	1094
166	6		Railroad ballast performance evaluation	Report No. AAR84-311P, M.S: degree project re	D. M. Feng	University of Massachuset	19	84	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1095
167	6		Memo to NCSA's Technical Research Subcommittee on Tests for Evaluating degradation of railroad ballast mate		I. V. Kalcheff		19	76	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1096
168	6		Railway ballast material	Office of Chief Engineer	F. L. Peckover	Canadian National Railway	19	73	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1097
169	6		Field durability tests on ballast samples as a guide to significanc	Technical Research Centre	C. J. Dalton	Canadian National Railway	19	73	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1098
170	6		Properties of railroad ballast and subballast for track performanc	Master's Project Report	T. J. Siller	University of Massachuset	19	80	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1099
171	6		Deformation properties of ballast (laboratory and track tests)	Stresses in the rails, tha ballast and in the forma	UIC / ORE	Question D71, Report No.	19	70	21	25	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	5	1104
172	6		A contribution to ballast mechanics	Railroad Track Mechanics and Technology	K. Klugar	Pergamon Press, Edited b	19	78	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1105
173	6		Railroad ballast density measurements	Geotechnical Testing Journal, ASTM, Vol. 1, No	T. S. Yoo, H. M. Chen, E. T. Selig		19	78	41	54	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	14	1119
174	6		Petrographic study of ballasts		J. Berard	Ecole Polytechnique, Mont	19	73	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1120
175	6		Application of petrographic analysis to ballast performance evalu	Transport Research Report 1131	D. L. Boucher & E. T. Selig		19	87	5	25	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	21	1141
176	6		Evaluation of ballast materials using petrographic criteria	Transport Research Report 1131, Performance	B. R. Watters, M. J. Klassen, A. W. Cli	Washington, D.C.	19	87	45	63	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	19	1160
177	6		Factors influencing the repeated load behavior of railway ballast	PhD Dissertation	R. M. Knutson	University of Illinois at Urb	19	76	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1161
178	6		Strength and deformation of railway ballast subject to triaxial loa	MS Thesis	D. O. Olowokere	Queen's University, Kingst	19	75	1	1.	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1162
179	6		Deformation of railway ballast under repeated loading triaxial tes	Soil Mechanics Section	M. J. Shenton	British Railways Research	19	74	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	1163
180	6		Apparatus and procedures for railroad ballast plate index test	Geotechnical Testing Journal, ASTM	C. M. Panuccio, B. C. Dorwart, E. T. Selig		19	78	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1164
181	6		Mechanics of ballast compaction-Volume 2: Field methods for ba	Final Report, Report No. DOT-TSC-FRA-81-3, I	E. T. Selig, T. S. Yoo, C. M. Panuccio	US DOT Transportation Sy	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1165
182	6		Mechanics of ballast compaction-Vol. 4: Laboratory investigation	Final Report, Report No. DOT-TSC-FRA-81-3, I	E. T. Selig, T. S. Yoo, C. M. Panuccio	US DOT Transportation Sy	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1166
183	6		Mechanics of ballast compaction-Vol. 3: Field test results for bal	Final Report, Report No. DOT-TSC-FRA-81-3, I	C. M. Panuccio, T. S. Yoo, E. T. Selig	US DOT Transportation Sy	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1167
184	6		Sources and causes of ballast fouling	Bulletin No. 731, Vol. 92, Amerivan Railway Eng	E. T. Selig & V. DelloRusso		19	91	145	157	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	13	1180
185	6		A reappraisal of the BR ballast specification	TM TD 1, British Rail Research Technical Memo	D. M. Johnson		19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1181
186	6		Ballast failure - Duffield	BR Report	W. A. Holmes		19	71	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1182
187	6		Ballast deformation and track deterioration	Track Technology for the Next Decade	M. J. Shenton	Thomas Telford, Ltd.	19	85	253	265	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	13	1195
188	6		Status Report - ballast experiments intermediate (175 mgt) subs	Report No. FAST/TTC/TM-81/03	E. T. Selig, T. S. Yoo, C. W. Adegoke	US DOT Transportation Sy	19	81	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1196
189	6		Investigation of practical ballast specification requirements	Report No. WP-114	D. M. Johnson	Association of American R	19	85	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1197
190	6		Ballast durability test at Sibley, Missouri	Report No. R-801	S. M. Chrismer, E. T. Selig, K. Laine, V	Association of American R	19	91	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	1198
191	6		Use of HMA in railroad trackbeds increasing	Hot Mix Asphalt Technology, National Asphalt P	J. G. Rose	Maryland	19	89	17	20	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade	4	1202
192	6		Simplified design guide for hot mix asphalt (HMA) railroad trackb	Report IS - 99, National Asphalt Pavement Association		NAPA	-	-	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade	1	1203
193	7	8	Bitumistabiloitu kevytsora ja sen käyttö talonrakennustekniikassa	Erikoistyö, Geovahvistetutkimus, vaihe I	J. Matikainen	TKK	19	91	1	35	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	35	1238
194	7	8	Finnish Georeinforcement Research and Development Project	Fift international conference on geotextiles, geo	P. Friberg, P. Lahtinen, E. Slunga, H. S	Singapore	19	94	1169	1172	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	4	1242
195	7	8	Geogrid and Geocell Reinforced Secondary Road Over Deep Pe	Sixth International Conference on Geosynthetics	J. Forsman, E. Slunga, P. Lahtinen	Atlanta	19	98	1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	1243
196	7	8	Geogrid reinforced Ojakkala sand in triaxial test	Sisäinen raportti, Geovahvistetutkimus, vaihe II	A. Vascones	TKK	19	94	1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	1244
197	7	8	Geotekstiileillä vahvistettu kevytsora kolmiakselikokeessa	Erikoistyö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	J. Viitala	TKK	19	93	1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	1245
198	7	8	Geovahvisteen ja maan välinen kitka sekä vahvisteen ankkuroitu	Julkaisu, Geovahvistetutkimus, vaihe II	J. Forsman, E. Slunga	Pohjarakennus ja maamek	19	96	1	155	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	155	1400
199	7	8	Geovahvisteen vaikutus syvästabiloituun penkereeseen elemen	Geovahvistetutkimus, vaihe III	J. Forsman, E. Slunga	Pohjarakennus ja maamek	19	95	1	84	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	84	1484
200	7	8	Geovahvisteet	Esiselvitys, Geovahvistetutkimus, vaihe I	P. Friberg	TKK	19	90	1	109	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	109	1593
201	7	8	Geovahvisteet tiepenkereen leventämisessä pehmeiköllä, Tielai	Geovahvistetutkimus, vaihe III (myös diplomityö	V.M. Uotinen	Uudenmaan tiepiiri	19	96	1	128	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	128	1721
202	7	8	Geovahvisteiden käyttö, Suunnittelu ja rakentaminen	Ohjejulkaisu, Geovahvistetutkimus, vaihe II	H. Tanska, E. Slunga, J. Forsman, S. H	Pohjarakennus ja maamek	19	95	1	210	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	210	1931
203	7	8	Geovahvisteiden käyttöolosuhteet	Tutkimusraportti, Geovahvistetutkimus, vaihe II	A. Palolahti	TKK	19	94	1	47	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	47	1978
204	7	8	Geovahvistekoerakenteiden ennakkolaskelmat elementtimenete	Moniste, Geovahvistetutkimus, vaihe III	J. Forsman, E. Slunga	TKK	19	96	1	49	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	49	2027
205	7	8	Geovahvistemateriaalien laboratoriokokeet	Moniste, Geovahvistetutkimus, vaihe I	TKK		19	90(?)	1	60	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	60	2087
206	7	8	Geovahvistetun pengerrakenteen mitoitus numeerisilla menetelm	Moniste, Geovahvistetutkimus, vaihe II	P. Friberg	TKK	19	95	1	57	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	57	2144

207	7	8		Geovahvistetuoteluettelo	Moniste, Geovahvistetutkimus, vaihe I	TKK		19	90(?)		1	24	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	24	2168
208	7	8		Geovahvistetut maa- ja pohjarakenteet - koulutustilaisuus	Geovahvistetutkimus, vaihe II	AEL, R3337L/94	Helsinki	19	94		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	2169
209	7	8		Geovahvistetutkimus - Tutkimusseminaari	Geovahvistetutkimus, vaihe II	AEL, R3327L	Helsinki	19	94		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	2170
210	7	8		Kaksoisraidesuunnitelma Inkeroinen-Juurikorpi, Rataosa Kouvo	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek-Yhtiöt Oy	Oy VR-Rata Ab	19	97		1	9	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	9	2179
211	7	8		Kevytsoran stabilointi bitumisilla sideaineilla	Tietekniikka, Julkaisu A40, Geovahvistetutkimus	M. Lindholm, P. Lindgren	TKK	19	91		1	111	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	111	2290
212	7	8		Koerakennuskohde "Geovahvistettu tien levennys", Koerakentee	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek-Yhtiöt Oy		19	97		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	2291
213	7	8		Koerakennuskohde "Louhepenkereen kiilauksen varmistamistus	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek Oy		19	97		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	2292
214	7	8		Koerakennuskohde "Syvästabiloitu geovahvistettu penger pehm	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek Oy		19	97		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	2293
215	7	8		Koerakennuskohde "Turpeen varaan rakennettu päällystämätön	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek Oy		19	97		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	2294
216	7	8		Kolmiaksiaalikokeita turpeella	Erikoistyö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	N. Puumalainen	TKK	19	94		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	2295
217	7	8		Large scale laboratory loading tests on reinforcement sandpeat	Fourteenth International Conference on Soil Me	A. Aalto, P. Friberg, E. Slunga	Hamburg	19	97		1717	1722	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	6	2301
218	7	8		Mechanical properties of Leteensuo peat	XII Nordiska Geoteknikermötet, Vol. 1	M. Lojander, J. Forsman, J. Takala	Reykjavik	19	96		123	128	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	6	2307
219	7	8		Mitoitusmenetelmät - Esityövaihe	Kirjallisuustutkimus, Moniste, Geovahvistetutkim	P. Friberg	TKK	19	92		1	355	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	355	2662
220	7	8		Odemarkin menetelmällä mitoitetun soratien vahvistaminen ja en	Geovahvistetutkimus, vaihe II	A. Aalto	TKK	19	96		1	39	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	39	2701
221	7	8		Synteettisellä vahvisteella lujitetun turvepohjaisen pengerrakente	Diplomityö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	A. Aalto	TKK	19	94		1	228	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	228	2929
222	7	8		Synteettisen geovahvisteen ja maan välinen kitka sekä vahviste	Diplomityö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	J. Forsman	TKK	19	93		1	238	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	238	3167
223	7	8		Synteettisen geovahvisteen virumisominaisuuksien vaikutus vah	Moniste, Geovahvistetutkimus, vaihe I	A-L Karhunen	TKK	19	94		1	69	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	69	3236
224	7	8		Synteettiset geovahvisteet, Suunnittelu ja rakentaminen	Ohjejulkaisu, Geovahvistetutkimus, vaihe III	A. Aalto, E. Slunga, H. Tanska, J. Fors	Rakentajain kustantamo	19	98		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	3237
225	7	8		Synteettisillä vahvisteilla lujitettujen maarakenteiden suunnittelu	Diplomityö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	R. Saarinen	TKK	19	94		1	142	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	142	3379
226	7	8		The anchor capacity of synthetic georeinforcement between and	Nordiska Geoteknikermötet	J. Forsman, E. Slunga	Reykjavik	19	96		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	3380
227	7	8		The Interface Friction and Anchor Capacity of Synthetic Georein	Fift international conference on geotextiles, geo	J. Forsman	TKK	19	94		405	410	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	6	3386
228	7	8		Turpeen rasialeikkauskokeet	Erikoistyö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	A. Aalto	TKK	19	94		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	3387
229	7	8		Tutkimusselostus N:o 8/97/JF vahvisteverkkojen Fortrac 35/20-2	Geovahvistetutkimus, vaihe III	A. Aalto	Pohjarakennus ja maamek	19	97		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	3388
230	7	8		Vahvistekankaalla vahvistettu Ojakkalan hiekka kolmiakselikoke	Erikoistyö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	J. Forsman	TKK	19	93		1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	3389
231	7	8		Vahvistekankaan ja Ojakkalan hiekan välinen kitka muunnetuss	Erikoistyö, Geovahvistetutkimus, vaihe II	Tapio Ranta-aho	TKK	19	94		1	26	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	26	3415
232	7	8		Vahvistekankaan ja turpeen välinen kitka sekä vahvisteen ankku	Sisäinen raportti, Geovahvistetutkimus, vaihe II	J. Forsman	TKK	19	94		1	66	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	66	3481
233	7	8		Yhteenveto erikoistöistä, Geovahvistetutkimus, vaihe II	kooste: erikoistyöt 11-14 ja raportti 15	E. Slunga, J. Forsman	Pohjarakennus ja maamek	19	94		1	100	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	100	3581
234	7	15		Assessing railroad track subgrade performance using in situ test	Geotechnical Report No. AAR91-369F	E. T. Selig & A. J. Lutenegger	University of Massachuset	19	91		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; In Situ Tes	1	3582
235	7			FAST/HAL Subgrade Experiment	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	M. C. Trevizo	Pueblo CO.	19	90		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; In Situ Tes	1	3582
236	7			Railroad track substructure-design and performance evaluation p	Final Report, Report No. FRA/ORD-83/04.2	M. A. Di Pilato, A. V. Levergood, E. I. S	Goldberg-Zoino and Assoc	19	83		1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	3583
237	7			Correlation of railroad subgrade resilient modulus with cone pen	Report No. AAR91-389P, M.S: degree project re	A. E. El-Sharkawi	University of Massachuset	19	91		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Track Con	1	3584
238	7			Railroad track substructure-materials evaluation and stabilization	Final Report, Report No. FRA/ORD-83/04.1	R. M. Simon, L. Edgers, J. V. Errico	Goldberg-Zoino and Assoc	19	83		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade B	1	3585
239	8	7		Stabilisation of soil with lime columns	Lime column AB	Bengt Broms		19	94		1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade	1	3586
240	8	7		Design of conventional rail track foundations	Proceedings, Vol. 51, Institution of Civil Enginee	D. L. Heath, M. J. Shenton, R. W. Sparrow, J. M. Waters		19	72		1	1	?			1	3587
241	9	6	13	General principles for calculating longitudinal forces in a bridge,	1st edition 1-7-95	UIC Code 774-3 R	UIC	19	95		251	267	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade B	17	3604
242	9	13		Banteknik	TRITA-BKN Rapport 21, ISRN KTH/BKN/R--21-S	S. Sahlin, H. Sundquist	KTH	19	95		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	3605
243	9			Characterisation and Optmisation of Transition Structures of Rai	X 940, COTSORB	ERRI Projects for the EU with UIC and/or Third-Party sponsorship		19	95		1	201	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	201	3806
244	9			Fatigue in Concrete Railway Bridges	D 216	ERRI Projects for the UIC Infrastructure Commission		19	98		1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	3807
245	9			New Loading Scheme: Combination Factors	D 221	ERRI Projects for the UIC Infrastructure Commission		19	98		1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	3808
246	9			Rail Bridges for Speeds > 200km/h	D 214	ERRI Projects for the UIC Infrastructure Commission		19	98		1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	3809
247	9			Allmän teknisk beskrivning för broar	BRO 94, Publikation 1994:1-9, Supplement nr 2, Publ 1996:1		Vägverket, Borlänge	19	94		1	800	?	Kari Ojanperä		1	3810
248	9			Banverkets ändringar och tilllägg till Vägverkets BRO 94	BVH 583.10 Utgåva 2, BV BRO	Banverket		19	94(?)		1	75	?	Kari Ojanperä		800	4610
249	9			Boverkets handbok om Betongkonstructioner	BBK 94, Band 1 Konstruktion, Svensk Byggtjäns	Boverket	Stockholm	19	94	91-7332-686-0	1	185	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	75	4685
250	9			Boverkets handbok om Betongkonstructioner	BBK 94, Band 2 Material, utförande och kontrol	Boverket	Stockholm	19	94	91-7332-687-9	1	116	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	185	4870
251	9			Bärighetsbestämning av järnvägsbroar	BVH 583.11	Banverket		19	96		1	60	?	Kari Ojanperä		116	4986
252	9			Code for the use of rubber bearings for rail bridges	1st edition 1-7-89	UIC Code 772-2 R	UIC	19	89		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	60	5046
253	9			Code of practice for the use of high strength friction grip bolts in	4th edition 1-3-76 and Amendment 1	UIC Code 770 R	UIC	19	76		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5047
254	9			Computer-aided calculation for bridges and other civil engineerin	1st edition 1-7-91	UIC Code 776-4 R	UIC	19	91		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5048
255	9			Defects in railway bridges and procedures for maintenance and	1st edition 1-7-89	UIC Code 778-4 R	UIC	19	89		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5049
256	9			Defects in railway bridges and procedures for maintenance and strengthening		UIC Code IF 3/89	UIC	19	89		1	109	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5050
257	9			Deformation of bridges	1st edition 1-1-89	UIC Code 776-3 R	UIC	19	89		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	109	5159
258	9			Deformations- och töjningsmätningar på betongbro mellan Fjälås	Avd för Konstructionsteknik	G. Danielsson, L. Elfgren	Tekniska Högskolan i Lule	19	95		1	17	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	1	5160
259	9			Deformations- och töjningsmätningar på tre järnvägsbroar av be	Avd för Konstructionsteknik	G. Danielsson, H. Johansson, L. Åströ	Tekniska Högskolan i Lule	19	96		1	31	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	17	5177
260	9			Dynamics of Railway Bridges	Institute of Theoretical and Applied Mechanics,	Ladislav Fryba	Thomas Telford Services L	19	96	0-7277-2044-9	1	330	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	31	5208
261	9			Eurocode 2: Design of Concrete Structures - Part 2: Concrete Bridges		European Prestandard, ENV 1992-2:1996, CEN, Brussels		19	96		1	45	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	330	5538
262	9			Increased Railway Loads on Bridges of Concrete	Laboratory Full Scale Testing of an old Bridge	B. Paulsson, L. Elfgren	Banverket, Tekniska Högs	19	96		1	4	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 3.3, 30 ton på Malmbana	45	5583
263	9			Loads to be considered in railway bridge design	4th edition 1-7-94	UIC Code 776-1 R	UIC	19	94		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	4	5587
264	9			Recommendations for determining the carrying carrying capacity	1st edition 1-7-86 and Amendment 1	UIC Code 778-2 R	UIC	19	86		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5588
265	9			Recommendations for the assessment of the load carrying capa	1st edition 1-7-95	UIC Code 778-3 R	UIC	19	95		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5589
266	9			Recommendations for the connection of rail-bearers to cross-gir	2nd edition 1-1-83	UIC Code 771-3 R	UIC	19	83		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5590
267	9			Recommendations for the consideration of fatigue in the design	2nd edition 1-1-97	UIC Code 778-1 R	UIC	19	97		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5591
268	9			Recommendations for the design of railway bridges in reinforced	2nd edition 1-7-84	UIC Code 774-1 R	UIC	19	84		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5592
269	9			Recommendations for the use of the various qualities and grade	1st edition 1-1-69 and Amendment 1	UIC Code 771-2 R	UIC	19	69		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5593
270	9			Rolled steels for bridges (sections, bars, wide flats, heavy plates	2nd edition 1-7-81	UIC Code 771-1 R	UIC	19	81		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5594
271	9			Standard principles for the use of bearings made from various m	1st edition 1-7-87	UIC Code 772-1 R	UIC	19	87		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5595
272	9			Use of welding in the construction of railway bridges	2nd edition 1-1-84	UIC Code 775 R	UIC	19	84		1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5596
																1	5597

273	10	3	12	Maximum permissible wear profiles for switches	1st edition 1-1-86	UIC Code 716 R	UIC	19	86	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5598
274	10			FAST/HAL Turnout Performance Experiment	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	D. M. Read	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5599
275	11			RENVIB II	C 926	ERRI Projects for the UIC Research Committee (without EU fundi		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	5600
276	12	3		The effect of rail straightness on track maintenance	Conf. Advanced Techn. in Permanent Way Design, Constr. and Maint.		Madrid	19	81	1	1	?			1	5601
277	12	13	1	The Effect of Increased Axle Loads on Maintenance of Way and	International Heavy Haul Association/Transport	R. R. Newman, A. M. Zarembski, R. R.	Vancouver, B. C.	19	91	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5602
278	12			Ecotrack (Economical Track)	D 187	ERRI Projects for the UIC Infrastructure Commission		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	5603
279	12			Innovation for the control of infrastructure maintenance	Rail International/Schienen der Welt, Feb.97	Coenraad Esveld		19	97	1	1	?			1	5604
280	12			Possibility of creating a standard computer-aided track appraisal system for the planning of track maintenance w		UIC Code IF 1/85	UIC	19	85	1	60	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	60	5664
281	12			Underhållsplan 1993-1995	Banverket Norra Regionen			-	-	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.1, 30 ton på Malmbana	1	5665
282	13	6		Concrete in Railway Structures	Report 97-3a, C.R.O.W., March 1997	P. N. Scheepmaker		19	97	1	1	?			1	5666
283	13	6		A study of stresses and deformations under dynamic and static l	Annual Report for 1973-74, Project Report, Proj	G. P. Raymond, P. N. Gaskin, J. Van D	Canadian Institute of Guide	19	74	49	90	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	42	5708
284	13	6		Manual for railway engineering	AREA, Amerivan Railway Engineering Association		Washington, D.C.	19	90	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	5709
285	13	6		The prediction of track performance under dynamic traffic loadin	PhD Dissertation	H. E. Stewart	University of Massachuset	19	82	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Properties	1	5710
286	13	6		Thermal buckling of straight tracks: fundamentals, analyses, and	Report No. FRA/ORD-78/49	A. D. Kerr	US DOT Federal Railroad	19	78	1	58	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	58	5768
287	13	6		Lateral buckling of railroad tracks due to constrained thermal exp	Proceedings of Symposium on Railroad Track M	A. D. Kerr	Pergamon Press	19	78	141	169	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	29	5797
288	13	6		The static track lateral strength of loaded tracks	ETR Eisenbahntechnische Rundschau, Vol. 25,	K. Klugar		19	76	211	216	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	6	5803
289	13	6		The resistance of the permanent way to the transversal stresses	Bulletin of the international Railway Congress A	A. Prud'homme		19	67	731	766	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	36	5839
290	13	6		Parametric study of track response and performance	Report No. FRA/ORD-77/75	R. H. Prause, J. C. Kennedy	US DOT Federal Railroad	19	77	1	118	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	118	5957
291	13	6		Stresses and deformations in railway track	CIGGT Report No. 77-115	G. P. Raymond		19	77	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	5958
292	13	7	6	Prediction of track load capacity	Report No. AAR89-361F, Project Report for Ass	R. P. Malviya, E. T. Selig	University of Massachuset	19	89	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade B	1	5959
293	13	7	6	The development of bearing capacity design charts for track sys	Final Report, University of Saskatchewan	P. J. Sattler, D. G. Fredlund	Canada	19	88	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade B	1	5960
294	13	7	8	Handbook for railroad track stabilization using lime slurry pressu	Report No. FRA/ORD-77/30	J. R. Blacklock, C. H. Lawson, revised	US DOT Federal Railroad	19	79	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subgrade	1	5961
295	13	12	6	Track surfacing with conventional tamping and stone injection	Report No. R-719, Association of American Rail	S. M. Chrismer	Chicago	19	89	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	5962
296	13			High-Speed Freight on the European High-Speed Railway Netw	EU 919 Hispeedmix	ERRI Projects for the EU with UIC and/or Third-Party sponsorship		19	98	1	1	? (ERRI Projects with	Pasi Leimi	Luettelo: (Confidental) Executive Summaries, Progre	1	5963
297	13			Association of American Railroads	Railroads Facts	1989 Edition		19	89	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5964
298	13			Association of American Railroads Cost Analysis Organization s	Final Report of the Engineering Panel	W. F. Lewis		19	81	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5965
299	13			Burlington Northern's Assessment of the Economics of High Cap	Bulletin of the American Railway Engineering As	R. R. Newman, A. M. Zarembski, R. R. Resor		19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5966
300	13			Driftsäkerhet	BVH 556.0	Banverket		19	95	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.1, 30 ton på Malmbana	1	5967
301	13			Driftsäkerhet i Banverket, Manual för felanalys	BVH 556.E	Banverket		19	95	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.1, 30 ton på Malmbana	1	5968
302	13			Dynamic behaviour of homogenous and stratified media under p	Rapport 7-96-119-1, TUD/CT	A. S. J. Suiker		19	96	1	1	?			1	5969
303	13			Economics of Heavy Axle Loads	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	M. Hargrove		19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.1, 30 ton på Malmbana	1	5970
304	13			Higher Axle Loads are Feasible -- Economics and Technology A	Third International Heavy Haul Conference	Marich, U. Mass	Vancouver, B. C.	19	86	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5971
305	13			Järnvägsteknik ak	Kompendium	E. Andersson	KTH	19	93	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.2, 30 ton på Malmbana	1	5972
306	13			Kodplan	BVH 102.8 Handbok Banér	Banverket		19	96	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 4.1, 30 ton på Malmbana	1	5973
307	13			List of basic standards developed by the UIC Sub-Committee for	1st edition 1-7-92	UIC Code 800 OR	UIC	19	92	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5974
308	13			Mechanical charasteristics of bolts, screws and nuts	2nd edition 1-7-80	UIC Code 802-70 OR	UIC	19	80	1	1	?	Pasi Leimi	Luettelo (kirja): UIC Code 1997	1	5975
309	13			Operating Experience with Heavy Axles at Mt. Newman Mining C	Heavy Axle Load Worksop	R. Mitchell, J. Dudek	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5976
310	13			Summary of the First 160 MGT of te FAST HAL Program	Proceedings of the Workshop on Heavy Axle Lo	R. P. Reiff	Pueblo CO.	19	90	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5977
311	13			The Effect of Improved Rail Manufacturing Process on Rail Fatig	Bulletin of the American Railway Engineering As	A. M. Zarembski, J. W. Palese, J. H. Martens		19	91	1	1	?	Kari Ojanperä	Kirjallisuusluettelo: Rapport 5.1, 30 ton på Malmbana	1	5978
312	13			Practical track design	Third Track Sector Course, Paper 3.4	D. G. Sperring	Railway Industries Associa	19	89	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Subballast	1	5979
313	15	7	8	Geovahvistekoerakenteet, Instrumentointisuunnitelma, Rannikon	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek-Yhtiöt Oy, Tielaitos		19	96	1	13	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	13	5992
314	15	7	8	Geovahvistekoerakenteiden instrumentointi, Hertsbyn paikallistie	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek-Yhtiöt Oy		19	97	1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	5993
315	15	7	8	Mt140 Sotakylän liittymän ja Mikonkorven kevytliikenteen liikenn	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek-Yhtiöt Oy	Uudenmaan tiepiiri	19	96	1	9	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	9	6002
316	15	7	8	Tutkimusselostus N:o 1/97/JF vahvisteverkkojen Fortrac 35/20-2	Geovahvistetutkimus, vaihe III	A. Aalto	Pohjarakennus ja maamek	19	97	1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	6003
317	15	13		Matlidenin koulun JV- ja VJ-linjan siirto, Putkijohtojen arinaraken	Geovahvistetutkimus, vaihe III	Viatek-Yhtiöt Oy		19	96	1	1	? (Pohjarakennus ja m	Pasi Leimi	Luettelo: Geovahvistetutkimuksen raportteja 1990-97	1	6004
318	15			Jännitys- ja muodonmuutosmittaukset tierakenteessa 1985. Koe	Tutkimusselostus 569	VTT, tie- ja liikennelaboratorio	Espoo	19	87	1	48	? (TTKK / GEO)	Pauli Kolisoja	Kirjallisuusluettelo: Kalliomurskeiden käyttö sitomatto	48	6052
319	15			Heavy axle load box tests -- series 2	Association of American Railroads	E. T. Selig & R. V. Devulapally	University of Massachuset	19	91	1	1	?	Pasi Leimi	Kirjallisuusluettelo: Track Geotechnology; Ballast Ma	1	6053

Internet-osoitteet (sisältävät mm. suuren joukon kirjallisuutta, jota ei ole luetteloitu tässä tutkimuksessa):

1	1	13	WID, Providers of Angle of Attack Inspection Stations to Railways World Wide		Wayside Inspection Devices Inc.		19	98	1	1	http://www.wid.ca/	1	1
2	13	1	Werkzeuge zur realitätsnahen Simulation der Laufdynamik von S	Literaturverzeichnis	Gerhard Vohla	Institute of Mechanics, ETH	19	98	1	1	http://fafner.ethz.ch/~vohla/0diss/0Endv/Literaturverzeichnis.html	1	2
3	13	1	Literaturverzeichnis; Lists of Literature	on Railway Vehicles, Vehicle System Dynamics	Gerhard Vohla	Institute of Mechanics, ETH	19	98	1	1	http://fafner.ethz.ch/~vohla/0literaturlisten/Akt_Literaturliste.html	1	3
4	13		List of Railway Track Literature	Railway Track Research Group	QUT, Queensland University of Techno	Brisbane, Australia	19	98	1	1	http://www.civl.bee.qut.edu.au/pic/railways/pages/r-lit_db.htm	1	4
5	13		List of Publications	Railway Track Research Group	QUT, Queensland University of Techno	Brisbane, Australia	19	98	1	1	http://www.civl.bee.qut.edu.au/pic/railways/pages/pub_list.htm	1	5
6	13		Recent ARRC Publications	Advanced Railway Research Centre	British Railways Board	University of Sheffield	19	98	1	1	http://www.shef.ac.uk/uni/academic/A-C/arrc/	1	6
7	13		ITS Publications: A Full List Of ITS Working Papers	Institute for Transport Studies	University of Leeds		19	98	1	1	http://www.its.leeds.ac.uk/its_pub/wpflist.html	1	7
8	13		General	The Minnesota Road Research Project (Mn/RO	The Minnesota Department of Transportation (Mn/DOT)		19	98	1	1	http://mnroad.dot.state.mn.us/general.html	1	8
9	13		UIC	International Union of Railways		Paris	19	98	1	1	http://www.uic.asso.fr/uk/index.html	1	9
10	13		Railway engineering	ISO	Standards		19	98	1	1	http://www.iso.ch/cate/45.html	1	10
11	13		OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development		Paris	19	98	1	1	http://www.oecd.org/	1	11
12	13		The Website for the Railway Industry	Railway Technology			19	98	1	1	http://www.railway-technology.com/projects/index.html	1	12
13	13		Publications		Coenraad Esveld	Delft, Netherlands	19	98	1	1	http://vbk.ct.tudelft.nl/railbouwkunde/Publications_Esveld.htm	1	13
14	13		CHARMEC -Publications	Competence Centre in Railway Mechanics	Chalmers University of Technology		19	98	1	1	http://www.solid.chalmers.se/charmec/achievements/publications.html	1	14

15	13		Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft 2110	Fakultät für Bauingenieurwesen	Klaus Rießberger	Technische Universität Gra	19	98			1	1	http://online.tu-graz.ac.at/		1	15
16	13		TU-Portrait	Mitteilungen der TUM, Ausgabe 5 (97/98)	Josef Eisenmann	Technische Universität Mü	19	98			1	1	http://www.tu-muenchen.de/tu-mit/tum5_9798/portrait03.html		1	16
17	15		Pavement Sensors	The Minnesota Road Research Project (Mn/RO	The Minnesota Department of Transportation (Mn/DOT)		19	98			1	1	http://mnroad.dot.state.mn.us/pavesensors.html		1	17
18	15		Subsurface Sensors	The Minnesota Road Research Project (Mn/RO	The Minnesota Department of Transportation (Mn/DOT)		19	98			1	1	http://mnroad.dot.state.mn.us/subsensors.html		1	18

RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA A

RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

TEKNINEN YKSIKKÖ

Lisätietoja: Pasi Leimi, puh. (09) 5840 5184, sähköposti: pasi.leimi@rhk.fi
Jakelu: Sinikka Kiikka, puh. (09) 5840 5192, sähköposti: sinikka.kiikka@rhk.fi

ISBN 952-445-014-3
ISSN 1455-2604